

**Amélioration génétique à l'IRCA
Situation actuelle 1990/1991 - Perspectives**

**A.Clément-Demange, M.Gnagne, H.Legnate,
D.Nicolas**



Institut de Recherches sur le Caoutchouc

*Département du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)
42, rue Scheffer 75116 Paris (France) - Tél. : (1) 47.04.32.15*

Télex : 620871 INFRANCA PARIS

AMELIORATION GENETIQUE A l' I R C A
Situation actuelle - Perspectives
1990/1991

A. Clément-Demange, M. Gnagne, H. Legnate, D. Nicolas

S O M M A I R E

Pages :

1.	INTRODUCTION	1
2.	CATALOGUE DES ACTIVITES AMELIORATION A l' IRCA.	3
2.1.	Activités de collection et de diffusion	4
2.2.	Activités d'accroissement des connaissances du matériel végétal.	4
2.2.1.	L'étude des clones dans des champs comparatifs à grande échelle et les surfaces monoclonales	4
2.2.2.	Interactions clones/autres facteurs agrono- miques	5
2.3.	Activités de création et de sélection de nouveau matériel	6
2.3.1.	Activité d'enrichissement du patrimoine génétique	6
2.3.2.	Activités d'évaluation du matériel x	7
2.3.3.	Activités de création de matériel	7
2.3.4.	Activités de sélection du matériel végétal	8
3.	LE MATERIEL VEGETAL.	9
3.1.	Conduite des collections à l' IRCA	9
3.1.1.	Jardin à bois de collection	9
3.1.2.	Jardins à bois d'attente	10
3.1.3.	Jardins à bois de diffusion	10
3.2.	Composition des collections en Côte d'Ivoire	11
3.2.1.	Le matériel d'origine Wickham (matériel W)	11
3.2.2.	Le matériel issu de prospections non IRRDB (matériel Am 1)	12
3.2.3.	Le matériel issu de la prospection IRRDB 1981 (matériel Am 2)	14
3.2.4.	Le matériel issu de croisements entre W et Am (matériel WA)	15
3.2.5.	Matériel IRCA	15

3.3.	Autres collections	16
3.3.1.	Collections CAMEROUN	17
3.3.2.	Collections GABON	18
3.3.3.	Collections GHANA	18
3.3.4.	Collections GUYANE	18
3.3.5.	Collections GUADELOUPE	19
3.3.6.	Collections MARTINIQUE	20
3.3.7.	Collections BRESIL	20
3.4.	Conclusion sur le matériel végétal	21
4.	L' EXPERIMENTATION	23
4.1.	L'expérimentation actuelle - descriptif	23
4.1.1.	Sélection sur jeunes seedlings	23
4.1.2.	Champ Comparatif à Petite Echelle (CCPE)	28
4.1.3.	Champ Comparatif à Grande Echelle (CCGE)	35
4.1.4.	Surfaces monoclonales semi-industrielles	40
4.1.5.	Etude des interactions avec d'autres facteurs agronomiques	41
4.1.5.1.	Relations porte-greffe/greffon	
4.1.5.2.	Relations clones/densités	
4.1.6.	Place d' HEVEGO dans l'expérimentation	43
4.1.7.	Observation des clones en milieu villageois	44
4.1.8.	Pollinisations artificielles	46
4.1.8.1.	Campagne de pollinisations	
4.1.8.2.	Champ de floraison précoce	
4.1.8.3.	Champs de pollinisations artificielles	
4.1.9.	Evaluation agronomique de nouvelles origines génétiques (CCTPE)	52
4.2.	Expérimentations nouvelles ou en cours d'élaboration	54
4.2.1.	Etude de la pollinisation libre	54
4.2.2.	Etude des paramètres génétiques	57
4.2.3.	Fichier géniteur	59
4.2.4.	Sensibilité - Résistance aux maladies	60
4.2.4.1.	Maladie de racines : le Fomès	
4.2.4.2.	Maladie de panneau : le Phytophthora	
4.2.4.3.	Maladies de feuilles :	
	• Colletotrichum	
	• Microcyclus	

4.2.5.	Lutte contre l'encoche sèche	63
4.2.6.	La culture in vitro	65
4.3.	Champs de comportements	67
4.4.	Apport des marqueurs moléculaires	69
4.4.1.	Marqueur génétiques morphogéniques traditionnels	69
4.4.2.	Intérêt des RFLP	70
4.4.3.	Intérêt de l'électrophorèse bidimensionnelle	70
4.4.4.	Conclusion	71
5.	CONCLUSIONS SUR L' EXPERIMENTATION	73
5.1.	Etude et vulgarisation du matériel végétal	73
5.2.	Production d'hybrides	74
5.3.	Accroissement des connaissances génétiques	75
5.4.	Les critères de sélection	76
5.5.	Possibilités d'évolution de l'expérimentation	78
5.5.1.	Les objectifs de performance	78
5.5.1.1.	Situation actuelle	
5.5.1.2.	Objectifs à court terme (1995)	
5.5.1.3.	Les objectifs à plus long terme	
5.5.2.	L'aboutissement des projets de prospection en Amazonie	79
6.	CONCLUSIONS SUR LES ACTIVITES EN COTE D'IVOIRE	81

Annexes.

1. INTRODUCTION

L' Hévéa peut apparaître comme une plante difficile à travailler sous l'angle de l' Amélioration Génétique.

En effet, sa caractéristique de plante pérenne, à cycle long, entraîne des contraintes de temps importantes ne permettant d'envisager les retombées de ces études que dans un moyen terme.

D'autre part, le type particulier de production de cet arbre, caractérisé par une récolte de latex en continu et par une vie économique s'étalant sur de nombreuses années, rend délicates les méthodologies de testage du matériel proposé par le sélectionneur.

Enfin, les surfaces importantes nécessaires à la conduite de ce programme représentent une contrainte certaine dont il faut tenir compte pour mettre en place ce type d'expérimentation.

Cependant, il est apparu à l' IRCA que certains points positifs justifient largement la mise en oeuvre de moyens importants pour mener à bien ce programme d'Amélioration Génétique. Avec quelques années de recul, ces espoirs s'avèrent fondés et des points forts se dégagent facilement, encourageant à poursuivre les efforts déjà entrepris.

* Les nouveaux projets en Côte d'Ivoire ont largement tenu compte des connaissances acquises sur des clones peu connus dans ce pays. L' IRCA est régulièrement mis à contribution pour faire part de ses résultats en la matière et mener des expérimentations au sein même des nouvelles plantations.

* Ce programme est en pleine évolution : il intègre facilement les nouvelles données de méthodes culturales et d'exploitation ; il utilise ou motive l'utilisation de techniques d'avant-garde comme l'électrophorèse et la culture de tissus l'enrichissement du pool génétique lui permet de repartir sur des bases entièrement nouvelles et pleines d'espoir.

* D'un point de vue scientifique, les caractères particuliers de cette plante poussent le généticien à une collaboration très étroite avec d'autres disciplines, permettant ainsi un remaniement des connaissances, propice à de nouvelles découvertes.

* Il se trouve être de plein pied avec le développement de l'hévéaculture dans le monde. Dans la situation économique actuelle, le caoutchouc naturel ne pourra se maintenir que dans la mesure où la rentabilité des plantations sera notoirement accrue, ce qui passe entre autres par l'utilisation d'un matériel végétal à très haut niveau de productivité.

* Ce point peut être confirmé par le fait que les principaux pays producteurs de caoutchouc naturel s'orientent délibérément dans cette voie de création de matériel productif. De ce fait, l'IRCA se trouve en relation avec les plus hautes autorités internationales en hévéaculture.

* La Côte d'Ivoire peut apparaître comme un exemple pour la conduite de ce programme, auquel ne manqueront pas de se référer les autres pays africains concernés par le développement de l'hévéaculture. Il apparaît alors une possibilité de coordination au sein de la communauté inter-africaine.

2. CATALOGUE DES ACTIVITES AMELIORATION A L' IRCA.

Elles consistent à mettre à la disposition des planteurs (sociétés industrielles ou plantations villageoises), le matériel végétal actuellement existant, dont les caractéristiques agronomiques sont les plus performantes et les mieux adaptées aux conditions d'environnement et d'utilisation.

Actuellement, il s'agit de clones greffés sur des familles illégitimes de porte-greffe. Dans un proche avenir, la production de vitro-plants (soit par microbouturage, soit par embryogénèse somatique) fournira des arbres entièrement clonaux.

° Les caractéristiques agronomiques intéressant les plantations industrielles sont :

une croissance immature très rapide ;

une entrée en production rapide nécessitant une éventuelle stimulation ;

un haut niveau de production à l'arbre, nécessitant éventuellement la pratique de la stimulation

un haut niveau de production à l'hectare, obtenu par une production à l'arbre élevée, une bonne homogénéité des plantations et une résistance du matériel végétal aux facteurs destructifs (casse au vent) ou limitant la production (encoches sèches, régénération d'écorce, maladies de feuilles).

° Les caractéristiques agronomiques exigées par les plantations villageoises peuvent être différentes, la rusticité du matériel étant un facteur essentiel, des caractéristiques de sensibilité du panneau aux maladies, aux blessures, la nécessité d'adopter un mode de saignée trop sophistiqué pouvant s'avérer comme rédhibitoire. La couverture du sol dans le jeune âge est une caractéristique importante pour résoudre les problèmes d'entretien (couverture rapide), soit au contraire permettre les cultures vivrières (couverture tardive).

Les conditions écologiques ou économiques de certaines régions peuvent amener à introduire d'autres caractéristiques (exemple du Microcyclus pour l'Amérique du Sud, Colletotrichum pour l'Afrique Centrale ...).

2.1. Activités de collection et de diffusion.

A cet effet, l' IRCA entretient des jardins à bois de différents types :

- ° jardins à bois de collection ;
- ° jardins à bois d'attente, réservés aux clones susceptibles d'être plantés dans le futur, mais dont les caractéristiques ne sont pas encore parfaitement connues ;
- ° jardins à bois de développement (ou diffusion) permettant de délivrer une quantité de bois de greffe suffisante pour la création de petites surfaces monoclonales (clones prometteurs et clones recommandés).

Des collections existent en Côte d'Ivoire, en Guyane, en Guadeloupe, au Cameroun et au Gabon.

Cette activité de diffusion a connu un réel succès en Côte d'Ivoire ces dix dernières années puisque, à l'exception du clone GT 1, déjà connu et planté depuis longtemps, la proportion de nouvelles surfaces plantées avec du nouveau matériel s'élève à plus de 50 %.

2.2. Activités d'accroissement des connaissances du matériel végétal.

2.2.1. L'étude des clones dans des champs comparatifs à grande échelle et les surfaces monoclonales (les surfaces sont suffisantes pour apprécier les qualités agronomiques du matériel végétal)

L'activité se situe alors au niveau de l'observation et de l'exploitation de ces expériences (de 20 à 25 en Côte d'Ivoire, de 5 au Cameroun, 4 au Gabon, 1 au Ghana, 2 en Guyane), mais également au niveau de la diffusion de ces résultats, de l'information auprès des planteurs (création de fiches en Côte d'Ivoire et par l' IRCA-Siège) et de la diffusion d'une classification régulièrement actualisée pour la Côte d'Ivoire.

Ce type d'activité s'adapte très bien pour de nouvelles implantations de l' IRCA, car la demande en information est toujours forte et les expériences sont relativement aisées à mettre en place et interprétables sans trop de difficultés. Signalons, à ce propos, la création de champs de clones à grande échelle au Cameroun, au Gabon, au Ghana avec la création de collections en parallèle.

2.2.2. Interactions clones/autres facteurs agronomiques

Au-delà de la simple notion de diffusion auprès des planteurs du matériel végétal adéquat, l'amélioration à l' IRCA se préoccupe d'intégrer les résultats des autres disciplines, afin d'affiner la connaissance des différents clones et d'en faciliter ainsi l'utilisation.

A titre d'illustration, chaque fiche de clone tend à devenir un mode d'emploi spécifique avec des préconisations d'utilisation, un schéma d'exploitation type et des indications de qualités technologiques.

Les différents types d'interaction avec d'autres disciplines se situent au niveau de :

- ° l'étude de la relation porte-greffe/greffon ;
- ° la définition d'un profil physiologique et l'adaptation du système d'exploitation à chaque clone ;
- ° la densité, le dispositif de plantation ;
- ° les nouvelles possibilités de multiplication et de planting par culture "in vitro" ;
- ° l'étude du comportement en zones marginales.

Il convient de noter que ces activités nécessitent des surfaces assez importantes.

2.3. Activités de création et de sélection de nouveau matériel.

Le matériel clonal sélectionné dans les pays à forte tradition hévéicole comme la Malaisie, l'Indonésie, le Sri Lanka et l'ancienne Indochine, était suffisamment varié pour que l'IRCA se cantonne dans un premier temps à étudier ce matériel.

Le développement de l'hévéaculture en C.I. et en Afrique de l'Ouest s'est cependant avéré suffisamment important pour que l'IRCA se donne comme vocation la création et la sélection d'un matériel spécifiquement adapté.

Les solutions proposées pour mener à bien cette activité étant nombreuses, les axes de recherches se sont diversifiés, aussi tenons-nous à décrire la conception et la réalisation de ce programme selon une logique qui ne tiendra pas compte de la chronologie des opérations.

2.3.1. Activité d'enrichissement du patrimoine génétique.

La chose étant maintenant bien connue, il nous semble inutile d'insister sur la nécessité d'élargir le pool génétique de l'Hevea pour mener à bien un programme d'Amélioration.

Un recensement des collections nous amène à considérer le matériel provenant d'Extrême-Orient comme étant issu principalement des prospections faites par WICKHAM au siècle dernier. Ce matériel d'origine ancienne sera baptisé : "Matériel Wickham" ou, plus simplement : W.

Toutes ses potentialités génétiques n'ayant pas été explorées, il a servi de matériel de départ au programme et est encore actuellement largement utilisé.

De 1976 à 1978, les collections de l'IRCA ont été enrichies par les clones MDF issus du Pérou et par des clones AC et RO, prospectés en forêt amazonienne en 1974. Ce matériel numériquement réduit à environ 60 clones a cependant permis de repartir sur de nouvelles bases génétiques. Nous le baptiserons : "Germplasm 1" ou "Amazonien 1", abrégé en Am 1.

En 1985, les collections se sont enrichies de matériel originaire de Colombie (issu des collectes SCHULTES), mis en place dans un premier temps sur la station IRFA de Martinique, et de 24 clones CNS-AM (échange avec les Brésiliens), issus de l'état de l'Amazonas, mis en place sur la station de l'IRFA en Guadeloupe. Une partie de ce matériel a été expédiée en Côte d'Ivoire en 1986, 1987, 1988.

En 1989 ou 90, une fraction sélectionnée du Germplasm Am, conservé en Malaisie, sera expédiée en Guyane et en Côte d'Ivoire.

Vis-à-vis de l'ensemble de ces génotypes constituant le pool génétique, les activités de l'IRCA débutent par une mise en collection à des fins de conservation, et par une multiplication intensive à des fins d'étude et d'utilisation.

2.3.2. Activités d'évaluation du matériel.

Les méthodes les plus modernes sont actuellement utilisées pour évaluer la qualité de ce matériel, les laboratoires de MONTPELLIER travaillant sur la technique d'électrophorèse, en association avec le laboratoire de Biologie Moléculaire de LOUVAIN-la-NEUVE, en Belgique, pour l'étude de RFLP.

Il s'agit d'évaluer la variabilité génétique mise à la disposition du sélectionneur, afin de dicter sa conduite dans le choix des populations dont il tirera les parents les plus intéressants, mais également de lui fournir des éléments de compréhension de la génétique de l'espèce.

Ce volet de recherche est associé à l'étude agronomique poursuivie en Côte d'Ivoire.

Une étude du comportement vis-à-vis du Micro-cyclus est abordée en Guyane.

2.3.3. Activités de création de matériel.

L'Hevea étant une plante pérenne à cycle long et particulièrement encombrante, l'obtention d'hybrides (ou "légitimes") s'avère être laborieuse et délicate. Il ne s'agit pas d'avoir du matériel varié s'il est impossible de l'utiliser à des fins de croisements, c'est pourquoi l'IRCA

s'attache à obtenir les meilleures techniques de croisements pour l'emploi de la floraison précoce, l'étude de la biologie de la reproduction, la recherche de géniteurs femelles adaptés, la mise en place de jardins grainiers.

Deux lignes se dégagent :

- ° La pollinisation artificielle assurant un croisement dirigé, mais aboutissant à des populations de descendants réduites.
- ° L'obtention de descendance plus larges, mais moins contrôlées par la création de jardins grainiers.

2.3.4. Activités de sélection du matériel végétal.

Du fait de la longueur de la vie économique de cette plante, de son type de production très particulier, les activités du sélectionneur ont prioritairement porté sur l'évaluation rapide de la qualité des descendants.

En suivant la chronologie des opérations, il est possible de distinguer 3 phases d'intervention :

- ° Sélection sur les seedlings plantés à forte densité (CES)
- ° Sélection sur les clones à petite échelle (CCPE)
- ° Sélection sur les clones à grande échelle (CCGE)

L'activité de l'IRCA porte sur un renforcement de la fiabilité des critères de sélection apportés sur chacune de ces phases.

L'évolution actuelle de la recherche en microbouturage permet d'envisager pour les prochaines années, le début d'une sélection sur clones entiers microbouturés, et notamment au stade de la petite échelle (CCPEm : Champ de Clones à Petite Echelle de microboutures).

3. LE MATERIEL VEGETAL

L'IRCA peut prétendre posséder une des plus riches collections mondiales. Cette situation résulte d'efforts constants qui remontent à nos prédécesseurs dans les Instituts de Recherches du Vietnam et du Cambodge. Nous soulignons la participation active de planteurs passionnés, convaincus du rôle de conservation auquel l'IRCA peut prétendre. La responsabilité de l'Institut est donc importante et les efforts d'introduction de matériel nouveau doivent se poursuivre avec constance.

3.1. Conduite des collections à l'IRCA.

Le matériel végétal clonal est conservé en jardin à bois :

- ° densité : 8000 emplacements/ha
- ° durée de vie : 10 à 15 ans.

Les génotypes obtenus par pollinisation contrôlée sont tous conservés sous leur forme d'arbre mère en CES.

On distingue 3 types de jardins à bois :

3.1.1. Jardin à bois de collection.

- ° Rôle

Conservation et, éventuellement, fourniture de bois de greffe en petite quantité.

- ° Nombre de souches.

5 emplacements/clone/localisation ; 2 localisations.

Ce type de J.B. est dupliqué, afin d'éviter tout risque de perte de matériel végétal (Fomès, feu).

- ° Matériel végétal

- Tous les clones en provenance d'autres instituts.
- Tous les clones IRCA de classe III et IV.
- Le matériel végétal issu de prospections.

3.1.2. Jardins à bois d'attente

° Rôle

Fourniture de bois de greffe à des fins d'expérimentation à grande échelle. La technique de planting en sac étant maintenant dominante, il convient que ces JB d'attente fournissent du bois de greffe vert en quantité suffisante.

° Nombre de souches

40 souches/clone/localisation.

2 localisations/clone.

° Matériel végétal

Clones susceptibles d'être expérimentés en CCGE.

° Date de création

Pour les clones IRCA, la première localisation est greffée 1 an après la mise en place du CCPE, la deuxième localisation est greffée 1 an plus tard.

Cette conduite de jardin à bois est relativement lourde et nécessite pas mal de surface (3/4 ha/an). Cela ne sera entrepris à l'IRCA que lorsqu'un "ménage" général des jardins à bois aura été effectué et qu'une évaluation des surfaces et des temps de manoeuvres disponibles aura été faite. En attendant, la multiplication des clones pour le CCGE se fera au vue des résultats en CCPE pour les meilleurs d'entre eux, sachant que le cycle de sélection est de ce fait rallongé de cette phase de multiplication.

3.1.3. Jardins à bois de diffusion

° Rôle

Fourniture de bois de greffe à des fins de plantation ou d'expérimentation à échelle industrielle (surfaces monoclonales, CCGE).

° Nombre de souches

200 à 2000 souches/clone (1 à 10 carrés de 100 doubles emplacements par mise en place progressive, selon l'intérêt apporté au clone).

° Matériel végétal

Clones jugés prometteurs pour la Côte d'Ivoire (classe III).

° Date de création

Dès l'inscription en classe III.

Les clones nouvellement introduits pourront être multipliés en JB d'attente ou directement en JB de diffusion, selon les informations dont on dispose.

La gestion des jardins à bois a totalement été informatisée sur DBASE 3 (programme GESTCO). Ceci doit permettre à terme de regrouper les informations sur la composition des collections de tous les Centres concernés.

3.2. Composition des collections en Côte d'Ivoire

Le matériel végétal, présent ou à venir à l'IRCA-Côte d'Ivoire, peut être réparti en 5 groupes différents ; l'ensemble de la collection constitue le Germplasm disponible pour l'amélioration génétique de l'hévéa.

3.2.1. Le matériel d'origine Wickham (matériel W)

° Origine

174 clones en provenance d'Extrême-Orient ou d'Afrique.

° Situation en jardin à bois

Tous ces clones sont en JB de collection.

Les clones prometteurs sont en JB de diffusion.

° Utilisation

- * clones présents en classes I, II, III, IV,
- * utilisation comme géniteurs,
- * conservation de matériel anciennement sélectionné.

° Evolution

Des clones d'Extrême-Orient mériteraient d'être introduits en Côte d'Ivoire si l'occasion se présentait :

• de MALAISIE :

PB 314,
RRIM 728 - 729 - 805 - 901 - 904 - 905 -
906 - 908 - 915 - 521.

• d' INDONESIE :

BPM 1 - 3 - 22 - 26
PR 300 - 302 - 303 - 305 - 306 - 307 - 309.
TM 6
GYT 107 - 577.

• d' INDE :

RRII 105 - 116 - 118 - 203 - 208.

3.2.2. Le matériel issu de prospections non IRRDB
(matériel Am 1)

° Origine

• Clones MDF

Ces 18 clones proviennent d'une prospection effectuée dans le bassin du MADRE DE DIOS, au Pérou, en 1949-50 par l' U.S.A.I.D.

Un millier de graines avaient alors été récoltées puis semées à CLAVELLINAS (Guatemala). Une sélection des meilleurs arbres a été faite et envoyée à la station FIRESTONE, au Libéria.

L'introduction en Côte d'Ivoire a été faite en 1976.

• Clones RO, AC

39 clones issus de la prospection effectuée en 1974 dans les territoires brésiliens du RONDONIA et de l' ACRE par l' IRCA et l' EMBRAPA.

4 autres clones (RO 1, 2, 7 ; PFB 5), bien qu'issus de prospections antérieures, sont assimilés à ce matériel.

• Clones CNSAM

24 clones issus de prospections brésiliennes de l' EMBRAPA dans l'état de l'Amazonas. Les 2 premiers chiffres du numéro d'ordre indiquent l'année de prospection.

Introduction en Côte d'Ivoire à partir de la Guadeloupe en 1986.

• Clones SCHULTES

- 341 origines introduites en Côte d'Ivoire,
24 clones issus d'arbres mères :

- C COL = Calima Colombie
- P COL = Palmira Colombie

- 317 SCH issus de graines de Calima ou de Palmira.

Introduction en Côte d'Ivoire à partir de la Martinique en 1986, 87 et 88.

• Matériel divers

P 122 H. brasiliensis (Pérou),
introduit en Côte d'Ivoire via le Libéria.

P 9 H. pauciflora.

F 4542 H. benthamiana
F 4506 (Rio Negro, Brésil)

TU 45/525 H. spruceana (Costa Rica)

° Situation en jardin à bois.

Tous ces clones sont uniquement en JB de collection.

° Utilisation.

Ces clones font l'objet d'une évaluation agronomique en champ ; certains d'entre eux sont utilisés comme géniteurs.

Le RO 38 est planté en surfaces monoclonales au Brésil.

Les clones non brasiliensis ont été greffés dans l'arboretum réservé à la physiologie et à l'histologie.

3.2.3. Le matériel issu de la prospection IRRDB 1981
(matériel Am2)

° Origine

La Côte d'Ivoire a été désignée comme pays d'accueil pour le continent africain, du matériel récolté lors de la mission de prospection effectuée en 1981 au Brésil, dans l'Acre, le Rondonia et le Mato Grosso.

• Matériel issu de graines

Une collection de plus de 3000 plants a été mise en place à la station IRCC de DIVO, puis transférée pour clonage sur la station de l'IRCA-ANGUEDEDOU en 1984 ; 2371 clones ont ainsi été créés.

Tous les seedlings (= arbres-mères) ont été transplantés en pleine terre en Juin 1984 à l'IRCA-ANGUEDEDOU, bloc F5, pour constituer le jardin d'arbres-mères (écartement : 4 m x 4 m) ; 700 d'entre eux ont survécu.

En 1984, l'ensemble de ce matériel a été greffé en JB de collection, à raison de 2 localisations de 10 souches par clone (bloc D2SE).

• Matériel issu d'arbres exceptionnels

130 clones ont été introduits en Côte d'Ivoire à partir de la Guadeloupe en 1983, 1984, 1985 et 1986. Ils ont été mis en collection comme le reste du matériel Am2.

° Utilisation.

L'IRCA a pour ce germplasm Am2 plusieurs obligations vis-à-vis de l'IRRDB :

- faire un certain nombre d'observations sur les arbres-mères ;
- conserver et diffuser ce matériel aux pays membres de l'IRRDB qui le souhaitent.
(L'activité de diffusion est en principe close depuis la fin de 1988).

Ce matériel fait l'objet d'une évaluation agromique et est utilisé comme source de nouveaux géniteurs.

3.2.4. Le matériel issu de croisements entre W et Am
(matériel WA)

° Origine

47 clones en provenance du Brésil et du Guatemala (matériel GU, MDX, CD, FDR, FX, IAN).

En général, ces clones ont dans leur origine davantage d'origines W que d'origines Am (il s'agit le plus souvent de rétrocroisements). Une grande partie de ces clones (notamment les clones brésiliens) sont issus de croisements interspécifiques (H. brasiliensis x H. benthamiana) effectués dans le but de créer des clones résistants au Microcyclus ulei.

On pourrait assimiler à ce matériel les 3 clones : RRIC 121, 130, 132.

° Situation en jardin à bois

Tous ces clones sont en JB de collection.

° Utilisation

14 clones brésiliens ont été étudiés en arboretum et un seul (IAN 45/717) en CCGE. Les résultats ont été décevants.

Ce matériel est utilisé comme source de géniteurs.

Certains clones du Guatemala (introduits en 1981), ayant présenté un bon développement en jardin à bois, sont étudiés à petite échelle (BM OA 25 et BM OA 28, clones GU).

3.2.5. Matériel IRCA

° Origine

Ce matériel est créé en Côte d'Ivoire par pollinisation artificielle. Jusqu'à présent, 5 types de croisements ont été effectués : (W x W), (W x Am1), (W x Am2), (W x WA) et quelques (Am x Am).

° Situation en CES et en JB

• Champs d'Evaluation de Seedlings (CES)

Jusqu'à présent, tous les hybrides créés depuis la première campagne de pollinisation (1974) sont conservés, soit environ 25.000 plants dans 15 CES (situation fin 1989).

* Jardin à bois (= clones)

Tous les hybrides sélectionnés en CES pour être jugés en CCPE sont multipliés 2 fois en JB d'attente pour une éventuelle utilisation en CCGE, immédiatement après sélection et sans délai de multiplication.

Les meilleurs d'entre eux sont en JB de collection et de diffusion.

° Utilisation

Pour chaque campagne de pollinisation, l'ensemble des hybrides obtenus subit une très forte pression de sélection, qui doit permettre la recommandation d'un ou deux clones pour les plantations villageoises ou industrielles.

Ce matériel peut être également utilisé pour des études de base (électrophorèse, étude de variabilité, recherche de critères de sélection précoce) et comme géniteur.

° Evolution

Chaque année, environ 2000 nouveaux légitimes sont obtenus, 40 à 80 d'entre eux sont clonés, reçoivent une dénomination IRCA et sont mis en JB d'attente et en CCPE ; environ 5 clones sont mis en CCGE et placés en classe IV, les meilleurs sont introduits en classe III.

A terme, l'obtention du matériel IRCA ne se fera plus uniquement à partir de pollinisation artificielle, mais aussi par pollinisation libre (Cf. stratégie globale de l'Amélioration).

3.3. Autres Collections.

Au niveau de l'IRCA, il n'existe qu'une seule collection complète ; elle se situe en Côte d'Ivoire et sa composition vient d'être citée ci-dessus. Des jardins à bois de collection et de diffusion de moindre importance sont installés dans d'autres localisations où l'IRCA seul, ou en association avec d'autres organismes, a mis en place des expérimentations.

3.3.1. Collections CAMEROUN.

° Collection sur la plantation d' HEVECAM.

Elle est composée de clones W, Am1 et IRCA (total de 87 clones).

Un jardin à bois de collection a été créé dès le début du projet. Des introductions successives ont eu lieu, la dernière en date est de Septembre 1986 (Cf. Annexe : Collections de clones à HEVECAM).

Tous les clones du JBC ne figurant pas en champ comparatif, ont été installés en arboretum. Cette installation a débuté en Septembre 1986, à raison de 2 répétitions de 25 plants par clone selon un dispositif de plantation de 4 m entre les lignes et 4,5 m sur la ligne (soit 18 m² par emplacement, comme en plantation normale).

° Collection de la station IRA de N'KOOLONG.

L' Antenne de N'KOOLONG a eu pour première vocation l' Amélioration génétique de l'Hevea. La première étape du programme de recherches a consisté à introduire du matériel végétal pour constituer un germplasm très important comprenant, d'une part des clones issus de sélection les plus intéressants, d'autre part du matériel issu des prospections IRRDB 1981, pour lesquels le Cameroun a participé financièrement et, de ce fait, est co-propriétaire de ce matériel.

A ce jour, les introductions portent sur 156 clones et 1349 génotypes IRRDB (dont 439 de l' ACRE, 520 du RONDONIA et 390 du MATO GROSSO).

Ce matériel a été fourni par HEVECAM et CDC au Cameroun et par l' IRCA de Côte d'Ivoire.

49 clones IRCA, créés dans le cadre du programme Amélioration génétique mené en Côte d'Ivoire, font partie des 156 clones en collection. Ces clones IRCA ont été introduits avec l'autorisation des autorités ivoiriennes, dans le but d'en connaître leur comportement sur un site très touché par les maladies de feuilles dues à Colletochichum.

3.3.2. Collections GABON

Des introductions de clones ont été réalisées au Gabon, dans le cadre de la recherche d'accompagnement au développement hévéicole de ce pays. A ce titre, seuls les clones susceptibles de développement ont été introduits.

Il existe deux collections au Gabon : l'une à LAMBARENE, composée de 19 clones, l'autre à MITZIC, composée de 13 clones. Au total, 27 sont présents au Gabon.

Une nouvelle introduction de 7 clones (RRIM, RRIC, PB et IRCA) a été effectuée en 1989 ; d'autres introductions seraient à poursuivre dans les prochaines années.

3.3.3. Collections GHANA

Au titre d'une expérimentation destinée à précéder un projet de développement hévéicole, 6 clones de grande diffusion ont été introduits en 1979 et mis en collection et en CCGE.

3.3.4. Collections GUYANE

En 1974, le GERDAT décide de créer en Guyane une collection vivante des ressources végétales tropicales. L'IRCA met en place une collection de clones de provenances très diversifiées permettant de servir de base d'échanges de matériel végétal avec les autres pays d'Amérique du Sud et de fournir les clones destinés à l'expérimentation (CCPE, CCGE et d'autres).

Plus de 150 clones constituent les collections provenant d'Extrême-Orient, d'Amérique du Sud et d'Afrique. Elles sont au nombre de deux, localisées l'une en zone de savane (à abandonner prochainement), l'autre en zone de forêt qui est destinée à recevoir l'ensemble des clones.

Signalons qu'à cette collection de clones, s'ajoute une collection de seedlings légitimes obtenus par pollinisations artificielles réalisées en Côte d'Ivoire.

Signalons, enfin, la mise en collection de plants d'Hevea brasiliensis originaires de St.-LAURENT, de plants d'Hevea guyanensis originaires soit de KOUROU, soit de SINNAMARY et de 4 plants d' Hevea camargoana offerts par les Brésiliens.

3.3.5. Collections de GUADELOUPE

Parallèlement à la Guyane, une seconde collection est implantée en Guadeloupe dont la finalité est l'accueil et la fourniture de matériel végétal échangé avec des pays tiers.

Les avantages de la situation de cette île des Caraïbes sont les suivants :

- ° Site indemne de *Microcyclus*, permettant de conserver en toute sécurité et de fournir du matériel sain ;
- ° bonne situation géographique entre l'Amérique du Sud et l'Afrique ;
- ° bonne desserte aérienne, permettant des délais d'acheminement de l'ordre de 3 jours, quelle que soit la destination ;
- ° climat favorable, permettant une croissance rapide du bois de greffe et permettant une collecte tout au long de l'année.

Les collections sont localisées sur la station IRFA de NEUFCHATEAU. Elles comportent plusieurs types de matériel (Cf. annexe) :

- * 65 clones d'origine Wickham.
- * 38 clones sélectionnés en Amérique du Sud
- * 10 clones IRCA de Côte d'Ivoire.
- * 180 clones issus des prospections 1974 et 1981.
- * 31 clones CNS AM prospectés par les Brésiliens dans l'Amazonas.
- * 24 clones issus des collections SCHULTES en Colombie.

Les jardins à bois de NEUFCHATEAU peuvent servir de station de quarantaine internationale, si besoin est.

Dans le cas d'une introduction accidentelle de *Microcyclus*, une éradication est possible compte tenu du fait qu'aucune plantation d'hévéas adultes n'existe sur l'île. Il conviendrait alors de recéper l'ensemble des jardins à bois, de détruire par le feu les résidus végétaux et de traiter énergiquement avec un traitement approprié.

3.3.6. Collections de MARTINIQUE

En 1983, une microstation de quarantaine a été créée en Martinique sur la station IRFA/CIRAD de Rivière Lézarde, pour recevoir et conserver une collection de matériel HEVEA issu de collectes effectuées par le Dr. E. SCHULTES dans la partie colombienne de la forêt amazonienne vers les années 1940.

Cette collection est composée de 24 clones issus d'arbres exceptionnels repérés sur les 2 stations de Palmira et de Calima en Colombie et de 336 génotypes issus de graines provenant de ces deux mêmes stations.

En 1988, la quasi-totalité de cette collection a été transférée en Côte d'Ivoire pour être intégrée aux ressources génétiques nouvelles servant de base au programme d'Amélioration de l'hévéa.

Le libre accès à ce matériel végétal a été offert aux pays membres de l'IRRDB.

3.3.7. Collections du BRESIL

Dans le cadre de ses nouvelles activités concernant le développement de l'hévéaculture dans l'Etat de Pernambouc, l'agent IRCA, détaché auprès de l'I.P.A., se voit donner la responsabilité de créer une collection aux alentours de RECIFE.

Bien que cette collection ne puisse être considérée comme une collection IRCA, il convient de participer à son enrichissement à partir du matériel de Guyane et de Guadeloupe.

En terme de réciprocité, il y aura sans doute moyen dans le futur de négocier avec le Brésil l'acquisition de nouveau matériel éventuellement intéressant.

3.4. Conclusion sur le matériel végétal

L'activité menée dans ce sens par l'IRCA apparaît comme particulièrement positive.

L'ensemble des collections, tant en Afrique qu'aux Antilles et en Amérique du Sud, peut être considéré comme très riche :

- ° A quelques exceptions près, l' IRCA possède l'élite mondiale du matériel végétal utilisé à des fins de développement des programmes hévéicoles.
- ° Les sélectionneurs disposent d'un pool génétique varié, récemment enrichi par du matériel végétal entièrement nouveau.
- ° L' IRCA possède en réserve des clones peu utilisés, mais dont les diverses potentialités peuvent permettre de s'adapter assez rapidement à une situation entièrement nouvelle (introduction accidentelle de *Microcyclus* en Afrique, modifications profondes dans les techniques de mise en place ou d'exploitation des plantations).

Il convient cependant de garder à l'esprit que ces collections ne doivent pas seulement être réalisées dans un esprit conservateur, mais doivent s'intégrer dans une dynamique d'échanges internationaux, permettant ainsi de ne pas rester à l'écart des recherches menées par d'autres pays hévéicoles, les avantages d'une politique d'ouverture pouvant ne pas apparaître comme évidents à court terme, mais s'avérant pratiquement toujours positifs dans des termes plus lointains.

A ce titre, l'effort exercé par l' IRCA devrait être soutenu pour satisfaire les besoins suivants :

- ° Introduction en Afrique de nouveaux clones d'Extrême-Orient à très haut potentiel de production (série des PB 300, RRIM 900, RRII et PR 300). Il convient donc d'étudier avec attention toutes les possibilités d'échanges internationaux, soit dans le cadre de l' IRRDB, soit dans le cadre d'échanges réciproques de pays à pays.

° Répondre à la menace toujours présente de l'introduction accidentelle de *Microcyclus* en Afrique, par la mise en collection de clones sélectionnés en Amérique du Sud d'une part, et d'autre part par l'expédition dans ces pays -où la maladie existe- de nouveaux clones créés en Côte d'Ivoire à des fins de testage.

Pour ce dernier point, rappelons que cette politique a déjà été suivie par le Libéria, par l'intermédiaire de la Société FIRESTONE, et par le Sri Lanka au SURINAM.

Dans ce sens, les clones IRCA les plus intéressants sont régulièrement transférés en Guyane, au laboratoire de phytopathologie IRCA/CIRAD pour y être testés. Une proposition de testage des nouveaux clones sélectionnés en Extrême-Orient a été faite à l'IRRDB.

° Elargir les collections d'*Hevea* à d'autres espèces que le *brasiliensis* :

Les collections de l'IRCA apparaissent comme assez démunies de ce type de matériel végétal. Bien que son intérêt ne soit pas immédiat, il devrait permettre d'apporter des éléments de réponse à des questions d'ordre fondamental en physiologie, en cytologie et en électrophorèse, et pourrait éventuellement rentrer ces espèces dans le programme Amélioration par la création d'hybrides interspécifiques, dont les potentialités sont pratiquement inconnues tant au point de vue appareil aérien que système racinaire et qualités de porte-greffe.

Le Brésil en possède une collection.

° Nous soulignons qu'une bonne gestion^{des collections} ne peut se faire que par l'appui de l'informatique. L'utilisation de cet outil doit permettre l'édition annuelle d'un document faisant état de l'ensemble des collections de l'IRCA.

La centralisation et la diffusion des informations s'avèrent indispensable. Il convient que chaque chercheur outre-mer, responsable des collections dans son pays d'accueil, tienne parfaitement à jour l'état de celles-ci, aussi bien dans les stations de recherches que chez les planteurs qui s'approvisionnent auprès de lui.

Enfin, le matériel végétal est conservé sous forme de collections vivantes ; une réflexion et une expérimentation sur la conservation *in vitro* seront à mener, afin d'apprécier notamment le maintien de la conformité du matériel, la souplesse d'utilisation d'une telle technique et son coût.

4. L' EXPERIMENTATION

4.1. L'expérimentation actuelle - Descriptif.

Bien que de lecture assez fastidieuse, il nous semble essentiel de faire figurer dans ce rapport un descriptif assez précis de l'expérimentation menée actuellement dans le cadre de l'amélioration. Ceci pourra servir de référence à tout nouveau projet.

4.1.1. Sélection sur jeunes seedlings

(Champ d'Evaluation de Seedlings : CES)

° Objectifs

Evaluer la valeur des familles constituées des seedlings légitimes ou illégitimes en observation pour :

- orienter le choix des géniteurs dans les plans de croisements futurs ;
- appliquer une sélection sur valeur individuelle à l'intérieur des meilleures familles et ainsi exercer une forte pression de sélection sur l'ensemble des hybrides créés lors d'une campagne de pollinisation, afin d'en tirer le plus tôt possible (à 2 ou 3 ans) une élite qui sera étudiée en champ comparatif à petite échelle.

° Dispositif expérimental

• Préparation du terrain

Le terrain doit être le plus homogène possible et débarrassé de tous débris ligneux 1 an à l'avance. Avant le plantage, un piquetage est effectué. L'écartement est de 1,70 m sur la ligne et de 1,47 m entre les lignes, dispositif en quinconce correspondant à une densité de 4000 plants/hectare, les plants sont équidistants.

• Préparation du matériel végétal

Les fruits sont récoltés à maturité, avant déhiscence (fruit jaune). Ces fruits sont ensuite cassés et les graines mises en germination sur un lit de sable. Les graines germées sont transplantées dans des sacs placés sous ombrière.

• Plantage

La transplantation en pleine terre a lieu quand les plants ont atteint 2 à 3 étages. Auparavant, l'ombrière est progressivement enlevée pour habituer les plants à la lumière.

• Dispositif de plantation

Ce dispositif doit répondre aux objectifs suivants :

- éliminer au maximum les effets dûs aux hétérogénéités de terrain,
- permettre une bonne évaluation familiale,
- avoir une bonne estimation de la valeur individuelle,
- dans la mesure du possible, pouvoir comparer la valeur des géniteurs.

Le dispositif adopté est le bloc de FISHER à 3 répétitions, éventuellement splité pour évaluer les effets femelles ; si le nombre de familles par expérience est important (environ 40), on réalise plusieurs sous-expériences. La parcelle élémentaire comporte 12 plants. Tous les plants de l'expérience sont équidistants, permettant l'application de la méthode dite de lissage.

On introduit une famille légitime témoin permettant d'établir des comparaisons entre sous-expériences et entre les campagnes successives. En Côte-d'Ivoire, cette famille est le PB 5/51 x PR 107, compte tenu de sa facilité d'obtention et de sa valeur moyenne.

De plus, une famille "témoin de performance" pouvant varier d'une année sur l'autre doit permettre d'apprécier les progrès des plans de croisements successifs.

Les familles dont l'effectif est supérieur au nombre de plants requis par le dispositif expérimental (3 répétitions de 12 individus) figureront "en expérience" et "hors expérience" dans le CES.

Enfin, pour éviter les effets de bordure, des graines illégitimes sont plantées en sac tout autour de l'expérience.

° Conduite de la parcelle

- Arrosage : la première année; de la mise en place jusqu'à la saison des pluies (2 fois par semaine).

- Désherbage manuel ; la parcelle doit toujours être propre.

- Engrais :

au labour : 600 kg/ha de 8-4-20-4 (N/P/K/Mg)

et si possible :

au 2e étage:	50	"	"	sulfate d'ammoniaque
3e	"	100	"	"
4e	"	50	"	"
5e	"	50	"	"
6e	"	100	"	"

- Maladies de feuilles :

2 traitements par semaine déclenchés à l'apparition des premiers signes de maladie -

Solution de Dithanac M 45 (2 kg/200 l) -

Traitement uniquement en première année.

- Fomès :

S'il apparaît des plants malades, on déclenche un traitement à la Calixine des arbres malades et avoisinants (5 cm³/litre ; 1 litre par arbre).

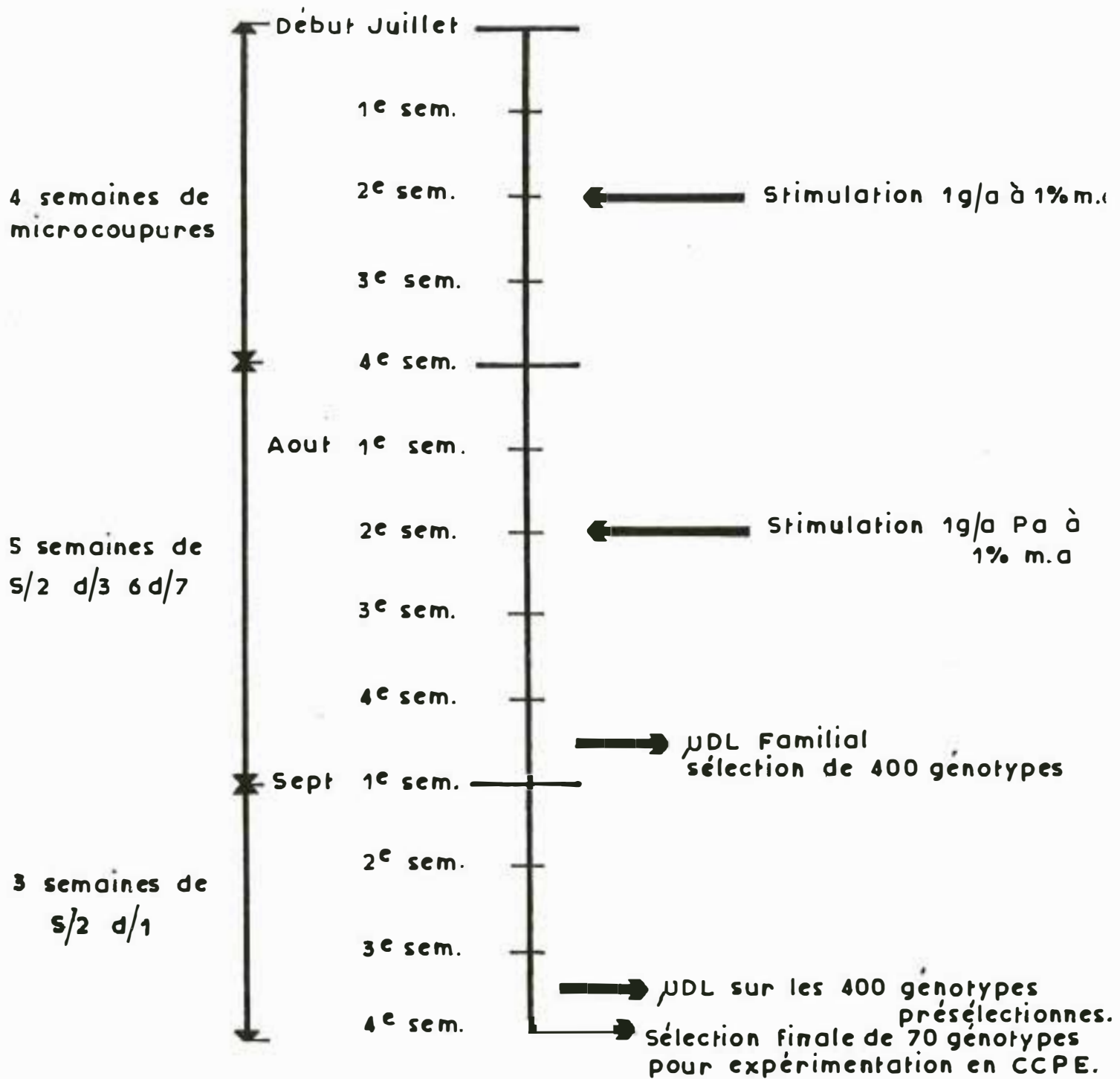
° Mesures

Dans l'état actuel des résultats expérimentaux, on pratique comme suit à 2 ans :

- circonférence à 1 mètre,
- saignée par microcoupures avant et après stimulation,
- saignée en 1/2 spirale d/3 avant et après stimulation.

Le test de microcoupure a été mis au point par MENDEZ (1971) et repris par WAIDYANATHA et FERNANDO (1972). Il consiste à recueillir le latex produit par une saignée pratiquée à l'aide d'une lame de 5 mm. A l'IRCA, nous récoltons la production cumulée de 5 saignées (une saignée par jour, 5 jours consécutifs) dans une coupelle d'aluminium. Le latex est séché dans la coupelle (24 heures à 50°C) et pesé après extraction.

SCHEMA D'EXPLOITATION D'UN C E S



La stimulation se fait à l'éthrel à 1 % de matière active mélangée dans de l'huile de palme et badigeonné sur une bande verticale de 5 cm dans la zone de microcoupure. La saignée est pratiquée quelques jours plus tard.

La saignée en demi-spirale se fait à 1 m. 1 contrôle est effectué chaque semaine, 2 fois avant stimulation, 3 fois après stimulation. La stimulation se fait à l'éthrel à 1 % sur panneau.

* Sélection.

Elle se fait "pas à pas", variable par variable. Pour chaque variable, un seuil inférieur est défini, correspondant à une valeur proche de la moyenne générale de cette variable.

Une première vague de sélection est opérée sur les caractéristiques de production ; les paramètres pris en compte dépendent de la qualité de leur mesure sur le terrain (pluies, par exemple). D'une façon générale, ce sera la production par microcoupure, avant et après stimulation, puis la production par saignée avant et après stimulation.

Dans le cas d'une production identique, le paramètre circonférence pourra entrer en ligne de compte.

Le tri est facilité par l'établissement d'un fichier informatisé et par l'utilisation d'un logiciel de gestion (Dbase 3).

Ensuite, la population restante est notée de 1 à 5 sur son aspect morphologique (tige et abondance de branches) et sa sensibilité aux maladies ; les individus "élites" sont alors dégagés.

Les individus retenus sont greffés en champ de clones à petite échelle (voir protocole CCPE). Le premier tour de greffage a lieu en Octobre-Novembre, donc 2 ans après la récolte des graines.

Un diagnostic physiologique (microtest dl) sur légittimes en CES est en cours d'élaboration et de testage.

L'application de ce diagnostic physiologique serait destinée à améliorer l'évaluation du potentiel de production à ce stade très précoce et apprécier la variabilité des familles à ce niveau (Cf. Rapport TUPY - AIEA 1987).

3 types de sélection peuvent être appliqués au niveau des CES :

- (a) Sélection familiale où les meilleures familles sont repérées et les meilleurs individus dans chacune de ces familles sont sélectionnés.
- (b) Sélection individuelle "massale" appliquée sur une population constituée de l'ensemble des familles contre-sélectionnées.
- (c) Sélection individuelle dans un groupe de familles particulier.

Le 3ème type est réservé à l'acquisition de connaissances sur un type nouveau de croisements (W x WA ...) ou pour la sélection sur un nouveau critère (encoche sèche ...).

Dans l'attente d'une appréciation précise de la variance résiduelle (effet du milieu), l'importance relative accordée à chacun des 2 premiers types de sélection est de moitié-moitié.

° Problèmes méthodologiques.

- Le dispositif statistique adopté pour la mise en place du CES (Blocs de FISHER) permet une évaluation assez correcte de la valeur familiale. Celle de l'individu ne peut être estimée, chaque génotype étant représenté par un seul arbre. La mise en application de la culture in vitro à ce stade permettrait de multiplier les génotypes en plusieurs exemplaires. Ceci, dans un dispositif statistique approprié, offrirait la possibilité de séparer la valeur individuelle des effets dus au milieu.
- La sélection se fait sur des seedlings, alors que ce sont des clones greffés qui seront plantés tant que le microbouturage ne sera pas mis en application à ce stade.
- Le problème d'une sélection familiale préalable à la sélection individuelle est posé ; une série d'expérimentations viendra préciser les modalités de cette pratique.

- On ne connaît pas entièrement le domaine de validité des critères de sélection. Aussi, des études méthodologiques sont-elles en cours, qui permettraient de définir un index de sélection.
- Compte tenu du faible niveau de production des génotypes issus de croisements W x Am, il a été retenu le principe de les séparer en CES des W x W. Ne seront alors sélectionnés dans ce groupe, pour le passage en CCPE que les génotypes ayant un niveau de performance équivalent à celui des W x W.

Par contre, pour exploiter la variabilité génétique des Amazoniens prospectés en 1981 et tenir compte du coût élevé de testage d'un clone dans un CCPE, il est décidé de considérer ce groupe de WA comme un groupe de familles particulier, d'y sélectionner les meilleurs individus qui seront clonés et placés dans la partie hors expérience du CCPE de l'année (10 emplacements en bout de ligne, 20 à 25 lignes) ; chaque clone sera planté sur une seule parcelle. Ces individus pourront servir de géniteurs potentiels.

4.1.2. Champ Comparatif à Petite Echelle (C.C.P.E.)

- ° Objectif

Le but de cette expérience est de passer au crible rapidement un nombre important de clones à l'aide de critères de sélection précoce.

- ° Matériel végétal

Clones nouvellement créés à partir des seedlings légitimes sélectionnés en pépinière (clones IRCA) et quelques clones nouvellement introduits, ne justifiant pas d'un passage direct en CCGE.

- ° Densité de plantation

Les clones sont jugés en densité normale de plantation (7 x 2,80 m, soit 510 a/ha).

- ° Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental doit être le meilleur compromis entre l'étude d'un maximum de clones, une représentation minimum par clone, le repérage très rapide et sûr des clones exceptionnels. Il doit tenir compte de la sensibilité de l'hévéa aux conditions de terrain, de planting ...

Au vu des premiers essais mis en place, il apparaît que le nombre élevé de traitements ne permet pas d'utiliser le dispositif en blocs de Fisher simple. Actuellement en Côte d'Ivoire, l'expérience standard comprend plusieurs sous-expériences en blocs de Fisher présentant des témoins identiques.

A partir de 1988, dans chaque sous-expérience, le dispositif en lattice simple est utilisé en remplacement des blocs de Fisher en randomisation totale (16 entrées maximum par sous-expérience). Par contre, l'emploi d'un dispositif en lattice unique pour l'ensemble du CCPE, qui impose des contraintes rigides du nombre de traitements à entrer dans l'expérimentation sans apporter forcément un gain de précision appréciable, cadre mal avec le nombre fluctuant de clones à tester d'une campagne à l'autre (l'intérêt résiderait dans l'augmentation de nombre de clones testables pour une surface donnée puisque les témoins prendraient moins de place).

Les caractéristiques du CCPE sont les suivantes :

- Nombre maximum de sous-expériences non limité (aspect modulaire de l'expérience).
- Nombre maximum de témoins communs entre expériences : 2 (en Côte d'Ivoire : GT 1 et PB 235, le RRIM 600 est abandonné car trop hétérogène).
- Nombre minimum de blocs par sous-expérience : 2.
- Nombre minimum d'arbres par parcelle élémentaire : 10 (disposés sur 1 ligne).
- Les clones W x W et W x Am sont placés dans des sous-expériences différentes.

° Conduite de la parcelle

- Plante de couverture : Pueraria.
- Planting : à l'IRCA-Anguédédou, il se fait impérativement en graines en champ en Septembre-Octobre (8 graines par emplacement). Ce mode de planting permet une programmation plus souple qu'avec les stumps ou les sacs ; c'est le seul qui permette le respect total du plan en champ. Il faut prévoir 20 % de remplacements en sac pour les porte-greffe pour le mois de Mai (2 plants/sac).

- Greffage : 3 greffes par emplacement. Le 1er tour est fait en Octobre, le 2ème tour, début Mai de l'année suivante ; le recépage intervient début Juin.

De plus, 5 sacs par clone seront greffés en bordure de champ au moment du greffage en champ pour d'éventuels remplacements permettant ainsi de s'assurer d'un peuplement complet.

- Recépage : quand plus de 95 % des emplacements ont au moins une greffe réussie. Deux plants sont conservés par emplacement. Ce nombre est ramené à 1 environ 6 mois après recépage, si le sol est suffisamment meuble.
- Entretien-Engrais : ces travaux sont programmés par la station selon les mêmes modalités que pour l'ensemble des autres parcelles.
- Fomès : un relevé fomès est fait tous les ans. En cas de maladie, un traitement à base de Calixine est effectué selon les préconisations IRCA.

° Contrôles

- Avant la mise en saignée

- 1 relevé des débourrés permettant le remplacement.
- circonférence à 1 m à 2 ans, puis tous les ans au mois de Mai.

- Mise en saignée

Tous les clones sont mis en saignée.

L'ouverture se fait entre 3 ans et 3 ans 1/2 (en Juillet), en même temps pour tous les clones. Tous les arbres ayant une taille égale ou supérieure à 25 cm sont ouverts.

L'ouverture se fait au mois de Juillet, de façon à disposer de 6 mois favorables à la production, durée que s'est fixé l'IRCA pour l'appréciation du potentiel de production des clones.

- Pendant la saignée

- Organisation de la saignée : tous les clones au sein d'une même sous-expérience doivent être saignés de la même façon. Ceci impose le choix d'un seul saigneur par sous-expérience.

- Système d'exploitation : en Côte d'Ivoire, les arbres sont ouverts à 1,2 m, saignés en $1/2$ S d/3 6d/7. Les arbres sont si possible saignés à profondeur normale, mais d'un clone à l'autre il y a de grandes différences dans l'épaisseur d'écorce, aussi le plus grand soin sera apporté au choix du saigneur ; un contrôle de saignée est organisé.

pour éviter toute perte par temps de pluie, de l'acide est mélangé au latex après la saignée.

Une stimulation sur panneau est effectuée après 3 mois d'exploitation (1 g par arbre d'un mélange à 5 % de matière active).

- Contrôles de production : pesée des coagulum toutes les 4 saignées.
- Analyse physiologique : plusieurs paramètres physiologiques, en relation avec la production, sont mesurés à 2 dates différentes avant stimulation et 3 mois après stimulation :
 - + Un micro-DL, réalisé juste avant la stimulation (fin Septembre), sur un échantillon de 20 à 30 clones présélectionnés et comprenant les témoins.
 - + Un micro-DL, réalisé en fin d'exploitation (fin Décembre) sur le même échantillon.

Les micro-DL sont réalisés sur chaque parcelle, par prélèvement d'un mélange de latex des différents arbres.

Les paramètres mesurés sont l'extrait sec, les teneurs en saccharose, en phosphore et en groupements thiol.

Le problème des analyses histologiques : malgré tout l'intérêt que présente cette approche, elle est actuellement suspendue car elle nécessite impérativement la compétence d'un chercheur spécialisé à plein temps, ce qui n'est pas envisageable dans le cadre de l'enveloppe budgétaire du programme.

Arrêt de saignée - Saignée mûre :

En Janvier, l'exploitation des arbres est arrêtée.

Les appréciations finales sur l'architecture et les maladies de feuilles compléteront les données de croissance, de production pour une première vague de sélection précoce en Janvier.

Tous les clones seront ensuite réouverts à 5 ans. Un seuil de circonférence de 45 cm est fixé ; il convient d'avoir un minimum de 4 arbres saignés par parcelle élémentaire. Les arbres sont exploités pendant 3 ans en 1/2 D d/3 6d/7.

La première année se fera sans stimulation, la deuxième année avec 6 stimulations sur panneau (1 g/a - 2,5 m.a.) et la troisième année avec 10 stimulations sur panneau (même concentration).

Au cours de la saignée à l'âge adulte, de 5 à 8 ans, les circonférences sont réalisées à 1 m 70 du sol, annuellement. L'évaluation de l'accroissement de circonférence de 5 à 8 ans devra porter seulement sur les arbres saignés.

Au cours de cette période de saignée, aucun traitement contre le Phytophthora de panneau ne sera appliqué, afin de pouvoir évaluer, dans la mesure du possible, la sensibilité de ces nouveaux clones à cette maladie.

° Sélection

Une sélection précoce est faite à 3 ans et demi après l'exploitation immature.

Une sélection complémentaire est faite à 8 ans après les 3 années d'exploitation à l'âge adulte.

Le nombre de clones retenus peut varier suivant la qualité de la série IRCA en cours d'étude, mais se situe en moyenne à 5 clones par série d'environ 75 clones étudiés.

La sélection précoce procède par élimination, de la façon suivante :

- élimination des clones ayant une vigueur ou une production cumulée totale inférieures à celles de GT 1 ;
- choix des 15 à 20 clones les plus productifs ;
- élimination des clones présentant des défauts visuels importants (architecture défavorable, maladies de feuilles, défauts de tronc ou d'écorce...) ;
- élimination des clones dont le comportement physiologique paraît défavorable ;
- choix définitif prenant en compte les caractères les plus recherchés : production, vigueur ou robustesse physiologique.

A 8 ans, la même démarche est appliquée et on réalise éventuellement une sélection complémentaire de clones performants non retenus à 3 ans et demi.

° Qualité de la méthode

Ces essais ont l'avantage de permettre une sélection en 2 temps : une première sélection en période immature à l'aide des CSP, une deuxième sélection après 3 années d'exploitation (à 8 ans).

La densité et le dispositif de plantation adoptés permettent de transposer les résultats dans les conditions de planting en plantations industrielles.

Pour des questions de compétition entre les arbres, il ne peut être envisagé de suivre un CCPE plus de 10 ans, les clones les plus vigoureux prenant alors un net avantage. Passé cet âge, l'expérience est obligatoirement abandonnée, la surface peut être reprise pour un nouveau CCPE ou conservée par la plantation si le responsable estime que la production botenue est satisfaisante. Dans ce cas, une nouvelle surface doit être attribuée pour la réalisation du nouveau CCPE.

Le dispositif tel qu'il est conçu permet :

- Une bonne estimation de la sensibilité aux maladies de feuilles et de la croissance moyenne. A 4 ans, même à partir de 20 individus, il est possible de savoir, comparativement aux clones GT 1 et PB 235, quel sera à grande échelle l'âge à la mise en saignée des clones étudiés.
- Une évaluation satisfaisante de la couronne, moins bonne du tronc. Un jugement de l'homogénéité est délicat et celui de la sensibilité à la casse due au vent, ou à l'encoche sèche, très imprécis (sauf pour les clones très sensibles).

Il est difficile de se prononcer sur l'estimation de la production. Seul le g/a/s peut être estimé avec une précision suffisante. On ne peut en aucun cas parler de production à l'hectare.

La circonférence à 3 ans est une bonne prédiction de la vigueur avant la mise en saignée normale.

L'accroissement de circonférence au cours de l'exploitation immature paraît trop étroitement lié au niveau de production pour constituer un critère de sélection.

La production mesurée à partir des mesures directes P1 et P3 prédit bien les productions à l'âge adulte P5, P6, P7.

Toutefois, le poids respectif des variables de production immatures P1, P2, P3 pour la sélection doit être précisé, de même pour les variables de production à l'âge adulte P5, P6, P7.

Le diagnostic physiologique à 3 ans 1/2 donne une bonne prédiction du profil physiologique entre 5 ans et 8 ans, et permet d'établir une typologie clonale stable, basée sur les 3 facteurs : écoulement - métabolisme - régénération.

La variabilité de cette approche physiologique visant à sélectionner des clones slow starter et/ou des clones plus résistants à l'encoche sèche, devra faire l'objet d'un travail de synthèse. On peut considérer que l'établissement et le suivi d'un CCPE fait partie de la routine à l'IRCA en Côte d'Ivoire. Les principaux éléments de cette phase de sélection sont bien définis. Toutefois, depuis le travail méthodologique de F. ODIER (1983) une quantité importante de données a été acquise, notamment les méthodes de mesures physiologiques ont évolué ; un examen critique global mériterait d'être entrepris.

Il convient de rester attentif à la relation positive en période immature entre croissance et production, de façon à ne pas surestimer la production des clones les plus vigoureux (analyse de co-variance).

Les moyens disponibles pour le programme mené en Côte d'Ivoire ne permettent pas d'étudier plus de 75 à 100 clones par an en CCPE ; cela correspond à une intensité de sélection excessivement forte en CES, ce qui constitue un des principaux facteurs limitants de la sortie clonale.

4.1.3. Champ Comparatif de Clones à Grande Echelle (C.C.G.E.)

* Objectif

Ce type d'expérimentation a pour but de comparer à un clone de référence les caractéristiques de clones susceptibles d'être plantés à grande échelle.

En raison de la sensibilité de l'hévéa aux conditions du milieu, un clone ne peut pas être planté à échelle agronomique s'il n'a pas satisfait à un tel essai.

* Matériel végétal

Actuellement, en Côte d'Ivoire : les clones recommandés en classe I, II par le RRIM, les meilleurs clones récemment sélectionnés par d'autres instituts (RRIC, PR, PB ...) et les clones IRCA sélectionnés en champ de clones à petite échelle.

* Densité et dispositif de plantation

Les clones sont jugés en densité normale de plantation (7 x 2,8 m, soit 510 arbres/ha à l'IRCA). Si des CCGE sont mis en place sur une plantation non IRCA, le dispositif et la densité sont ceux de cette plantation.

* Conduite de la parcelle

Conduite agronomique identique à celle pratiquée sur la plantation.

* Dispositif expérimental

Le dispositif doit tenir compte de la sensibilité de l'hévéa aux hétérogénéités du terrain et du porte-greffe, et donc se faire sur une échelle suffisante.

Le dispositif retenu est le split-plot, les traitements consistent en des différents clones, les sous-traitements sont des "modes d'exploitation" différents. Ces sous-traitements ont été introduits pour tenir compte du fait que l'exploitation des arbres doit être adaptée aux clones.

En Côte d'Ivoire, l'expérience standard comporte 5 clones à tester en comparaison avec le clone témoin GT 1.

Chaque clone est représenté par 4 blocs de 90 à 120 individus chacun, nombre suffisant pour introduire à la mise en saignée 2 sous-traitements "forte et faible intensité d'exploitation". Les blocs doivent pour cela comporter un nombre paire de lignes.

Enfin, ces essais doivent prévoir des bordures. Sur la station de l'Anguédedou en Côte d'Ivoire, celles-ci se font avec les clones en expérience afin de disposer plus tard d'arbres pouvant être utilisés comme parent femelle lors des campagnes de pollinisation, et pour fournir des arbres hors expérience pour les travaux de physiologie. Ce dispositif peut être aménagé en fonction de certaines conditions, mais ce type d'expérimentation nous impose les contraintes suivantes :

- . Homogénéité au sein de chaque bloc.
- . Nombre maximum de traitements (témoin compris) : 8
- . Nombre maximum de sous-traitements : 2
- . Nombre minimum d'arbres par parcelle :

90	pour	4	blocs,
120	"	3	"
- . Nombre minimum de blocs : 3.

* Contrôles

- . Pendant la croissance immature :
 - débourrement à 3 mois, avant les premiers remplacements ;
 - circonférence à 1 m une fois par an à 2, 3, 4 et 5 ans ;
 - observations sur l'architecture et les maladies de feuilles ;
 - mesure d'épaisseur d'écorce vierge.
- . Mise en saignée :

Elle se fait clone par clone. Elle est décidée quand sur l'ensemble des blocs un clone compte 200 arbres saignables par hectare (50 cm de circonférence à 1 m du sol - normes IRCA). Les dates de mise en saignée se font tous les 6 mois à 2 dates fixes : Mars et Septembre.

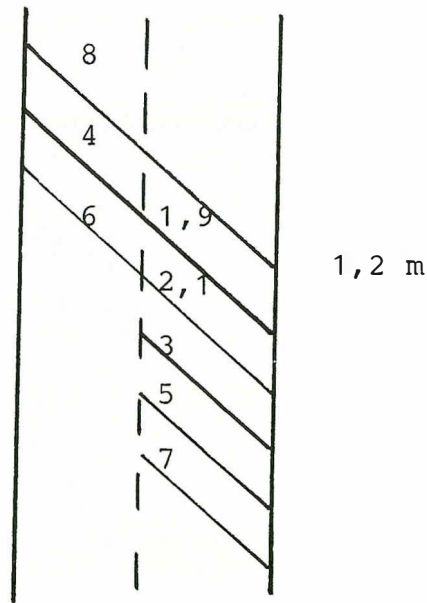


Diagramme du type d'exploitation en CCPE

La hauteur d'ouverture initiale (premiers arbres, premiers clones) est de 1,20 m.

Les rattrapages se font tous les 6 mois, à la même hauteur que celle atteinte par les premiers arbres ouverts.

Tous les arbres sont balancés en même temps, même s'ils n'ont pas été exploités aussi longtemps sur le premier panneau. Le premier balancement se fait 3 ans après l'ouverture du dernier clone ouvert, si la première ouverture a eu lieu en Mars, et 2 ans 1/2 si elle a eu lieu en Septembre.

Sur le panneau du dernier clone ouvert, les années d'exploitation seront 1, 2, 3, 5, 7 sur le panneau A, et 4, 6 sur le panneau B. En 8ème année, on exploite en saignée remontante. En 9ème et 10ème années, on exploite sur écorce régénérée du panneau A.

. Pendant la saignée

° Evaluation de la production :

La production sera fournie par année d'exploitation, ceci afin de standardiser les résultats (Cf. Note Direction - Annexe No. 2).

Il n'est pas possible (ce n'est d'ailleurs pas l'objectif de ces expériences) de moduler le système d'exploitation en fonction de chaque clone.

A l'IRCA-Côte d'Ivoire, la politique est la suivante :

Le système standard est la 1/2 S d/3 6d/7 avec 8 stimulations/an sur panneau à 1 g avec 2,5% de m.a. (Avril-Mai-Juillet-Août-Septembre-Octobre-Novembre-Décembre).

Le système le moins intensif sera la 1/2 d/3 6d/7 avec 2 stimulations par an sur panneau à 1 g avec 2,5 % de m.a. (Avril et Novembre).

Pour la détermination du poids sec, un échantillon d'un minimum de 5 kg est prélevé par mode d'exploitation ; cet échantillon est pesé sur champ, puis crêpé et pesé sec. Un coefficient de transformation Poids sec/poids frais est ainsi calculé pour chaque mode d'exploitation, mais global pour tous les clones.

Dans les plantations de la SOGB, toute la production est coagulée en tasse et les contrôles de production se font toutes les 2 saignées (By 21 est saignée en J/4 J/5. Par parcelle élémentaire, on pèse le poids frais champ, le poids frais bande crêpée et le poids de caoutchouc sec total de la parcelle élémentaire.

La comparaison de différents systèmes de récolte dans différents instituts et différentes plantations, prouve que la saignée en polybag est le seul système rigoureux à long terme, offrant toutes les garanties de fiabilité exigée par l'expérimentation.

° Croissance :

Circonférence à 1,7 m une fois par an, en Mars, à partir de l'ouverture du premier clone. Cette mesure permettra de calculer un accroissement annuel moyen sur 3 ans pour chaque clone lors de l'exploitation.

° Autres observations :

- Défoliation : appréciation visuelle de la période.
- Pour certains cas particulier : densités foliaires hebdomadaires du 15 janvier au 15 avril, lors de l'installation du phénomène.
- Maladies de feuilles, de panneau.

- Sensibilité aux encoches sèches : 1 relevé de longueur d'encoche malade annuel, réalisé entre Septembre et Novembre à partir d' 1 an après l'ouverture.
- Casse due au vent : appréciée d'après le relevé complet annuel.
- Suivi physiologique : en fin d'exploitation sur panneau A de Septembre à Novembre, dl sur chaque sous-parcelle de l'essai : 7 arbres tirés au hasard fournissant chacun 7 gouttes de latex. Cet échantillon de base donne lieu à 3 répétitions de l'analyse.

Les paramètres mesurés sont l'extrait sec, le saccharose, le phosphore inorganique, les groupements thiols.

Dans la mesure de nouvelles possibilités du service Physiologie, il serait souhaitable de renouveler ces dl annuellement.

- Coefficients de variations intraclonales pour la croissance (si possible, évolution jusqu'à la mise en saignée).
- Au niveau du panneau de saignée, on s'intéressera à la sensibilité aux blessures et à la régénération d'écorce : mesure d'apaisseur d'écorce régénérée en haut du panneau B au début de la 7ème année d'exploitation, soit de façon uniforme pour tous les clones, 3 ans après le début d'exploitation de ce panneau.

° Durée de l'expérimentation : environ 14 ans.

° Qualité de la méthode :

D'une façon générale, on estime avoir :

- une bonne estimation de la croissance (avant et pendant la saignée), de l'homogénéité, de la sensibilité aux maladies de feuilles, de la densité aux maladies de feuilles, de la densité foliaire, de l'architecture des arbres ;
- une estimation suffisante de la production à l'arbre et à l'hectare dans un système d'exploitation donné, de l'évolution de la production en fonction du temps, de la réponse à la stimulation et de la sensibilité aux encoches sèches. Signalons toutefois que la production est surestimée en expérimentation par rapport à celle observée en plantation de production (parfois jusqu'à 20 %), ceci est dû au fait que le suivi des expériences est meilleur que celui d'une plantation.

Cette remarque repose sur des comparaisons faites à la SOGB, où cohabitent champs de clones et surfaces d'exploitation.

L'appréciation de la production pourrait être théoriquement améliorée par la mesure du coefficient de transformation dans chaque sous-parcelle. Cette mesure pose néanmoins de tels problèmes d'échantillonnage, de prélèvement et de séchage qu'elle ne peut être envisagée que si des moyens supplémentaires en homme et en matériel (étuves) peuvent être dégagés.

- une moins bonne estimation de la sensibilité à la casse au vent (sauf en cas de sérieux coups de vent) en l'absence de critères de sélection fiables.

Le développement de surfaces monoclonales est censé améliorer ce jugement.

Ce type d'expérimentation permet donc de préciser, parmi un ensemble de clones prometteurs, quels sont ceux qui peuvent effectivement être plantés dans une zone écologique donnée.

Le choix d'un système d'exploitation, d'une famille de porte-greffe, d'une densité mieux adaptée à ce clone, nécessite des études plus spécifiques.

4.1.4. Surfaces monoclonales semi-industrielles

- ° Objectif

Diversifier les points d'observation et disposer d'une surface suffisante pour apprécier d'une façon plus fiable le comportement des clones en conditions réelles.

- ° Matériel végétal

Tous les clones de classe IV doivent être expérimentés dans 2 CCGE délocalisés en Côte d'Ivoire. Tous les clones de classe III doivent être de plus testés sur 2 surfaces monoclonales de 5 à 10 hectares, mises en place sur toute plantation industrielle disponible.

- ° Conduite des parcelles

Identique à celle en vigueur sur la plantation. Un système d'exploitation spécifique pourra cependant être proposé au planteur responsable.

° Contrôles

Ils permettront de tenir à jour la fiche de parcelle conforme au programme GESPAR (gestion parcelle) réalisé par l' IRCA.

4.1.5. Etude des interactions avec d'autres facteurs agronomiques.

4.1.5.1. Relations porte-greffe/greffon.

° Objectif

Etre en mesure de conseiller la meilleure famille de porte-greffe en fonction de la disponibilité en graines d'un pays compte tenu des clones plantés à grande échelle. Il ne faut pas oublier que dans ce type de matériel, seule l'origine maternelle est connue (feuilles illégitimes).

° Matériel végétal

A ce jour, la famille GT 1 ill. offre tous les avantages (disponibilité, qualité ...). Le PB 235 et le PB 260 vont dans un proche avenir être des producteurs de graines ; il convient d'en connaître la valeur agronomique en tant que porte-greffe.

Le clone PB 217, planté sur de larges surfaces, s'avère être un mauvais grainier et de ce fait d'ores et déjà disqualifié.

° Dispositif expérimental

Le dispositif retenu sera le split-plot avec en traitement principal le clone, et en traitement secondaire la famille de porte-greffe.

L'expérience montre que ce type d'essai manque généralement de puissance. La taille des parcelles sera donc assez grande : on considère que la sous-parcelle doit faire au moins 60 arbres, soit avec 4 blocs - 4 clones - 3 familles de porte-greffe une expérience réalisée sur environ 6 hectares.

° Conduite de la parcelle et contrôles

Se reporter aux champs de clones à grande échelle.

Système d'exploitation unique pour toutes les modalités.

° Evaluation prévisible

L'utilisation industrielle du microbouturage devrait conduire à envisager l'emploi de porte-greffe clonaux ou la suppression de cette pratique du greffage.

4.1.5.2. Relations clones/densités

° Objectif

Etudier les modifications de comportement d'un clone en situation de basse densité en fonction de critères de rentabilité d'exploitation et de caractères particuliers tels que vigueur, casse au vent, sensibilité à l'encoche sèche ...

La recherche de la densité et du dispositif optimal pour un clone donné relève de la phytotechnie.

° Matériel végétal

Au minimum dans les clones de classe III en Côte-d'Ivoire.

° Dispositif expérimental

2 niveaux de densité :

- densité normale	:	510 a/ha	(7 x 2,8 m)
- densité faible	:	350 a/ha	(7 x 4,10 m)

3 blocs, parcelle élémentaire de 1 ha, par voie de conséquence, les effectifs parcellaires sont inégaux d'une densité à l'autre.

° Conduite des parcelles et contrôles

Se reporter aux essais porte-greffe/greffon.

4.1.6. Place d' HEVEGO dans l' expérimentation

Nous avons déjà souligné combien le problème des surfaces limitait la mise en place de certains types d'expérience. Pour résoudre ce problème, plusieurs solutions ont été proposées ou dégagées :

- ° Recyclage des CCPE après 3 ans d'exploitation adulte. Le nombre de CCPE en place actuellement permet d'envisager de ne plus dégager de nouvelles surfaces à cet effet.
- ° Mise en place de CCGE sur la plantation de l'ANGUEDEDOU. Cette solution, déjà utilisée en accord avec la SAPH, permet d'économiser des surfaces importantes tout en conservant ces essais à proximité de l' IRCA.
- ° Conduite d'essais sur la plantation d' HEVEGO.

Dans le cadre de l'expérimentation destinée à l'approfondissement de la connaissance des clones à des fins de vulgarisation, 250 ha sont réservés à l'Amélioration pour la période allant de 1988 à 1992, soit 50 ha/an.

Hors expérimentation, 1000 ha de plantation industrielle sont en cours de création.

La proposition la plus récente de composition clonale de cette plantation est la suivante :

PB 217	30 %
GT 1	25 %
PB 235	15 %
PB 260	10 %
RRIC 100	5 %
110	5 %
IRCA 18	5 %
111	5 %

Cette proposition pourra évoluer en fonction des nouvelles données acquises régulièrement.

En conclusion, pour la plantation du GO, celle-ci permet un nouveau développement expérimental. Il est prévu dans le projet qu'un agronome soit engagé pour mettre en place et suivre les essais. Sa présence nous paraît être indispensable et il est vivement souhaitable qu'il puisse intervenir le plus rapidement possible. Le démarrage de l'expérimentation va demander une quantité de travail très importante, absolument incompatible avec les activités de recherche des agronomes de BIMBRESSO.

4.1.7. Observation des clones en milieu villageois

Le développement de l'hévéaculture en Côte-d'Ivoire, principalement axé jusqu'à présent sur le secteur grandes plantations, connaît actuellement une réorientation vers le secteur petites plantations. Elles sont de 2 types :

- ° les P.V. ou Plantations Villageoises, de quelques hectares ;
- ° les P.M.P.H. ou Petites et Moyennes Plantations d'Hévéa, représentant des exploitations agricoles de plus grandes dimensions (plusieurs dizaines d'hectares, voire plus).

Dans le cadre du 5ème plan hévéicole, l'IRCA se voit attribuer un rôle de Recherche/Développement ; l'Amélioration est concernée pour les recommandations de matériel végétal.

Actuellement, le GT 1 est le seul clone préconisé en raison de sa rusticité.

Il convient cependant d'envisager une diversification du matériel végétal utilisé pour éviter des surfaces monoclonales trop importantes, et introduire en milieu villageois d'autres clones à plus haut potentiel de production.

Ces nouveaux clones doivent être testés en vraie grandeur avant d'être introduits massivement dans les projets pour en connaître la réaction aux conditions d'exploitation de ces petits planteurs. A titre d'exemple, la sensibilité aux accidents de panneau du PB 217 ne va-t-elle pas compromettre la durée de vie économique de ces plantations, de même que la difficulté d'approcher au mieux le très haut niveau de production du PB 235, sans faire apparaître trop d'encoches sèches ?

A ce jour, 6 champs de 2 à 5 hectares ont été mis en place chez les planteurs bénévoles jouant le rôle de pilotes. Les clones étudiés sont disposés en parcelles mitoyennes d'environ 1 hectare/clone, sans répétition.

Les clones étudiés sont :

PB 217, 235, 260 ; AV.2037 ; PR 107 ;
RRIC 100, 110 ; IRCA 18, 109, 111, 130.

La conduite des parcelles est celle pratiquée par le planteur.

Les contrôles sont les suivants :

- . mesure annuelle de la croissance,
- . inventaire annuel,
- . après la mise en exploitation contrôle de production mensuel,
- . appréciation de l'état du panneau (notation de 1 à 5) et de la consommation d'écorce après 3 ans d'exploitation.

Ce travail expérimental devrait être développé à raison de 1 ha/an.

Ce travail de recherche ne devrait précipiter aucune décision : en l'état actuel, il convient de souligner que l'emploi du seul clone GT 1 en milieu villageois assure toujours une grande sécurité et de bons résultats, tout en simplifiant les tâches par ailleurs fort complexes du développement et de l'encadrement.

Le problème du contrôle de la multiplication du matériel végétal, de sa conformité génétique et de la production de plants est aujourd'hui posé avec acuité : on assiste en effet à une prolifération de pépinières privées, et même de jardins à bois de particuliers, sans qu'aucun cadre institutionnel n'ait été mis en place. Un document intitulé : "Rapport général portant sur l'organisation et le contrôle de la production du matériel végétal Hevea" a été réalisé par la Commission des Affaires Techniques et Sociales de l'APROMAC et proposé au Conseil d'Administration de cette organisation en Juin 1988.

Une prise en compte sérieuse de ce problème devrait conduire à l'encadrement technique des producteurs de plants et au contrôle exclusif de la production de bois de greffe par des organismes agréés (IRCA - SAPH - SOGB - CCP).

4.1.8. Pollinisations artificielles

4.1.8.1. Campagne de pollinisation

° Objectif

- + Obtenir chaque année, par pollinisation contrôlée, 2000 hybrides issus de croisements différents, équilibrés.

Pour atteindre ce but, on peut être amené à créer un plus grand nombre d'individus dans la mesure où l'on ne peut être assuré d'obtenir l'effectif minimum requis par la famille, compte tenu des variations dans la réussite à la pollinisation, la maturation des fruits, la germination des graines observées dans les différentes familles. Les graines surnuméraires peuvent être envoyées en Guyane pour l'établissement de CES localisés en présence de Microcyclus.

+ Croisements exploratoires

Ce type de croisement est destiné à apprécier la valeur des géniteurs et à comparer la qualité des croisements effectués au cours d'une campagne (et, dans la mesure du possible, lors des différentes campagnes).

Compte tenu du nombre très important de croisements possibles, l'effectif recherché par famille est obligatoirement limité.

Une quarantaine d'individus par famille, répartis en 3 répétitions, semble convenir.

+ Croisements d'exploitation

Ce type de croisement est destiné à rechercher parmi les familles élites décelées dans les croisements exploratoires, les meilleurs individus. L'effectif des familles testées doit alors être beaucoup plus important. Cet effectif pourra être calculé par une méthode d'échantillonnage en tenant compte de la valeur des paramètres estimés sur les familles à effectif réduit.

+ Recherche bons géniteurs femelles

Un bon géniteur femelle est un clone présentant des caractéristiques de fécondité et de transmission génétiques favorables (voir définition ci-dessous). Afin d'éviter une redondance des croisements ainsi qu'un phénomène de consanguinité, un à deux nouveaux géniteurs femelles seront testés par campagne de pollinisation.

+ Croisements pour l'obtention de familles témoins

Se reporter au chapitre : Sélection en pépinière.

La famille PB 5/51 x PR 107 est le témoin choisi.

+ Stratégie de croisements

Chaque année, compte tenu des résultats expérimentaux obtenus en CES, CCPE, CCGE ..., l'importance relative des différents groupes génétiques envisagés (WW, WA, WWA, AA ...) est rediscutée en fonction du double objectif suivant :

- . la sortie vériétale,
- . l'accroissement des connaissances génétiques.

° Matériel végétal

. Parent femelle ou clone matrice

Le parent femelle doit avoir un taux de fructification satisfaisant (10 % de réussite globale à la pollinisation représente actuellement un résultat très correct) et être facile d'accès. D'un point de vue pratique, ce sont des arbres de plus de 5 ans situés sur des bordures ensoleillées. Il doit transmettre à sa descendance des caractères agronomiques favorables (résistance à la casse due au vent, aux maladies de feuilles, bonne vigueur, ...).

Pour les 10 premières campagnes de pollinisation, les clones les plus largement utilisés ont été : PB 5/51, GT 1, PB 235.

On peut citer également : AVROS 2037, RRIM 623, PR 107 et PB 260.

3 clones présentent un très bon pourcentage de réussite à la pollinisation : PB 5/51, PB 235, PB 260. Les deux derniers seront encore largement utilisés dans les campagnes à venir. Notons cependant que leurs parentés sont très proches et que d'autres clones femelles sont à rechercher impérativement (éventuellement parmi les clones Am comme RO 38 et PFB 5 qui semblent être de bons grainiers ; les clones RRIC représenteraient une nouvelle source).

Les clones PB 217, PR 107 et AVROS 2037 ont montré des réussites très médiocres à la pollinisation.

Le clone GT 1 n'est pas apparenté aux 3 clones PB déjà cités. Son taux de réussite très irrégulier en limite cependant l'utilisation. Il pourra être utilisé en croisement avec les clones IRCA ayant l'un des 3 clones PB comme parent. De plus, la stérilité mâle de ce clone ayant été confirmée en Côte d'Ivoire, il pourra être utilisé comme clone testeur dans les champs de pollinisation libre.

Enfin, certains clones IRCA présentant des caractéristiques agronomiques particulièrement intéressantes seront le plus rapidement possible employés comme géniteurs femelles (IRCA 111, IRCA 130, 209, 230...).

- + Un plan de croisements est discuté tous les ans avant que ne débute la campagne de pollinisation.

Son établissement est une nécessité ; il répond au besoin de définir la stratégie de croisements pour l'année à venir et faire correspondre cette stratégie avec les contraintes au niveau des pollinisations.

- . Parent mâle

Le clone utilisé comme parent mâle est :

- soit un clone dont le comportement agronomique est très satisfaisant, ou qui présente quelques défauts qu'il est possible de corriger par des recombinaisons génétiques (matériel W),
- soit un clone supposé génétiquement très éloigné du parent femelle (matériel Am),
- soit un clone nouvellement créé du groupe intermédiaire WA et qui présente en sélection précoce des caractères intéressants.

Les fleurs mâles sont récoltées soit sur des arbres adultes, soit sur des plants annelés en jardin de floraison précoce ou en jardin à bois (matériel Am2).

- ° Pollinisation artificielle

Une fiche technique correspondante est à établir.

° Commentaires sur la campagne de pollinisation

Le principal problème que pose la pollinisation artificielle est le taux de réussite qui est non seulement faible (2 à 5 % selon les campagnes), mais très variable d'un croisement à l'autre, d'un arbre à l'autre et d'un jour à l'autre (0 à 40 %). Ceci entraîne :

- . un volume de travail important pour l'obtention de 2000 légittimes ;
- . l'impossibilité d'obtenir des familles équilibrées : 1000 pollinisations peuvent très bien donner 20 comme 500 hybrides par famille.

Compte tenu des résultats acquis par plus de 10 années d'expérience, le nombre de pollinisations à effectuer par type de croisement peut être estimé de la façon suivante :

. Croisements exploratoires :

On espère 40 seedlings plantés, soit environ 50 graines germées pour 20 fruits. On monte le nombre de pollinisations à 500 pour être assuré du minimum requis (chiffre à moduler selon le géniteur femelle).

. Croisements d'exploitation :

Pour un bon clone femelle, avec 1000 pollinisations, on espère 100 fruits, soit environ 300 graines germées pour 250 seedlings plantés.

. Croisements de recherche d'un bon clone femelle :

On monte le nombre de pollinisations à 300 pour avoir un résultat fiable pour des clones dont le pourcentage se situe entre 5 et 10 % de réussite.

. Croisements pour une famille témoin en pépinière :

On espère 150 seedlings avec un bon clone femelle, donc un nombre de pollinisations de 600 minimum.

° Amélioration de la réussite à la pollinisation

L'étude de la biologie florale, commencée en 1981, a montré que la technique de la pollinisation n'était pas en cause pour expliquer le faible taux de réussite à la pollinisation : il y a bien germination du pollen dans la fleur.

Le stade critique se situerait entre 1 et 4 semaines après pollinisation. Des traitements hormonaux ont été testés, sans succès, pour augmenter le taux de nouaison. Une expérimentation continue à être poursuivie dans cet axe de recherche (nutrition minérale, observations de fruits immatures, greffage de couronnes ...).

N'anmoins, la complexité du problème nécessite de l'envisager à un niveau plus élevé. Les autres Instituts de l'IRRDB rencontrent le même problème. Il serait envisageable de provoquer une réflexion internationale sur ce thème pour faire la synthèse des résultats obtenus, réfléchir sur de nouvelles possibilités de recherche et rechercher des partenaires dans des laboratoires hautement spécialisés. Avant qu'une telle coopération internationale ne s'établisse, on peut rechercher à recruter un thésard sur ce sujet. Celui-ci pourrait également se préoccuper d'un autre problème rencontré au cours des campagnes de pollinisation, qui tient aux décalages de floraison entre clones qui rendent impossibles certains croisements. La conservation du pollen permettrait de résoudre ce problème, mais la mise au point de cette technique demande des tests de contrôle de viabilité assez fiables. Or, jusqu'à présent, ni les tests de germination sur milieu gélosé, ni l'observation du pollen en fluorescence ou les tests de réaction enzymatique (nitrobleu de tetrazolium) n'ont donné satisfaction. Il s'agirait d'utiliser comme test de viabilité du pollen, la visualisation in situ des tubes polliniques en microscopie de fluorescence. L'acquisition d'un nouveau matériel serait alors à envisager.

4.1.8.2. Champ de floraison précoce

- ° Objectif

Mise à fleur précoce de clones.

- ° Matériel végétal

Clones récemment introduits en Côte d'Ivoire et que l'on souhaite utiliser rapidement dans le programme d'hybridation. Clones d'un groupe génétique nouvellement constitué, dont on voudrait rapidement apprécier les qualités en tant que géniteur.

- ° Dispositif en champ

1 plant par emplacement ; 3 mètres entre emplacements ; 4 mètres entre les lignes.

° Conduite de la parcelle

. Décortication annulaire

La mise à fleur est induite en "stressant" les plants par la décortication à 20 cm au-dessus de la jonction porte-greffe/greffon d'un anneau d'écorce de 5 mm d'épaisseur. Une pâte fongicide est ensuite appliquée sur la blessure.

Cette opération est répétée une fois par mois, 2 cm au-dessus de la précédente décortication.

La réponse à la mise à fleur est clonale. Avec certains clones, on peut espérer avoir des fleurs à 18 mois, mais pour d'autres il faut parfois attendre 3 ans 1/2. Par ailleurs, le temps de latence entre la première décortication et la floraison peut varier de 2 à 6 mois.

Pour tenir compte de ces différents comportements, tous les arbres d'un même clone ne sont pas annelés à la même époque : une partie commence à l'être en Septembre, une autre en Novembre, une autre fin Décembre (floraison souhaitée du 15 Février au 15 Avril).

. Qualité de la méthode

Avec la floraison précoce, le sélectionneur ne peut que difficilement prévoir à l'avance de combien il pourra disposer de fleurs pour la prochaine campagne de pollinisations, ce qui rend difficilement généralisable cette pratique. De plus, les arbres annelés ne peuvent être utilisés que comme parent mâle. Ces plants annelés ont souvent un très bon taux de nouaison, mais les graines ont un très faible pouvoir germinatif.

4.1.8.3. Champs de pollinisations artificielles

° Objectifs

Rassembler sur la même parcelle un maximum de clones qui seront utilisés comme géniteurs. De plus, il est préférable que ces clones parents soient bien exposés à l'ensoleillement et faciles d'accès. Une surface a été greffée à cet effet, utilisant un dispositif en lignes jumelées, les interlignes étant très élargis.

° Matériel végétal

Tous les clones d'introduction récente ou qui se sont révélés bons géniteurs durant les précédentes campagnes. Compte tenu du dispositif adopté, le remplacement de certains clones par d'autres plus d'actualité doit être réalisable même lorsque la plantation a vieilli.

Dans l'expérience actuelle (OA 40), il y a environ 100 clones des séries CNS Am, Am1 et Am2, SCHULTES et WICKHAM.

° Dispositif, densité de plantation

Les plants sont disposés à raison de 1 plant par emplacement sur des lignes jumelées distantes de 2 mètres avec un interligne de 16 mètres (possibilité d'y faire des cultures vivrières). La distance sur la ligne est de 2,80 m. On aboutit à une densité finale d'environ 400 plants/ha. Les lignes sont orientées Est-Ouest.

° Conduite de la plantation

Classique. Un essouchage et un nivelage poussés de l'interligne est obligatoire pour faciliter le passage d'engins ou d'échafaudages. Les plants sont étêtés à 2 m pour abaisser la couronne et rendre les fleurs plus accessibles.

4.1.9. Evaluation agronomique de nouvelles origines génétiques (CCTPE).

° Objectif

Réaliser une évaluation agronomique d'origine génétique nouvelle offrant peu de perspectives de sortie clonale immédiate.

Le champ de clones à petite échelle apparaît à cet égard trop sophistiqué et trop coûteux. Pour en diminuer l'importance, on peut jouer sur plusieurs facteurs : augmenter la densité, diminuer le nombre d'arbres par génotype, le nombre de contrôles et la durée de l'expérience.

Ce nouveau type d'expérience sera nommé :

Champ de Clones à Très Petite Echelle, soit : CCTPE.

Historique

En 1984, les arbres mères Am2 ont été transplantés de DIVO à BIMBRESSO pour évaluation dans le jardin des arbres mères (BM OA 39), 1 arbre/génotype.

En 1985, les 2400 génotypes de cette prospection ont été greffés en champ d'évaluation (BM 04 38) toujours à raison d' 1 arbre/génotype.

L'absence de répétitions par individu rend fragile ce type d'évaluation.

En 1985, fut mis en place le premier CCTPE pour évaluer 64 génotypes Am2 repérés en J.B. Le dispositif comporte 2 répétitions de 3 arbres/génotype. Il est planté à densité normale et sera clôturé en 1990.

Ces expériences préliminaires nous permettent maintenant de redéfinir ce que doit être un CCTPE.

° Matériel végétal

Tout matériel inconnu (ou mal connu) susceptible d'être utilisé comme géniteur.

° Dispositif

Densité de plantation : 714 arbres/hectare, selon un plantage en quinconce à 4 mètres d'écartement entre arbres, et des lignes séparées de 3,5 mètres.

Dispositif statistique en blocs de FISHER à 2 répétitions de 3 arbres chacune, répartition en sous-expériences de 30 entrées maximales ; 3 témoins identiques dans chaque sous-expérience GT 1, PB 235 et PFB 5.

° Conduite de la parcelle et contrôles

idem à un CCPE ; le dl ne sera effectué que sur un échantillon réduit.

L'expérience est arrêtée à 4 ans.

4.2. Expérimentations nouvelles ou en cours
d'élaboration.

4.2.1. Etude de la pollinisation libre

° Objectifs

Actuellement, les individus sur lesquels porte la sélection sont tous les légitimes obtenus par pollinisation artificielle. Cette pratique, bien que parfaitement justifiée, présente certains inconvénients concernant surtout les effectifs des descendance obtenues, obligatoirement limités par la pratique délicate de la pollinisation contrôlée qui entraîne également à limiter le nombre de croisements réalisés et donc le nombre de parents utilisés dans ce processus.

Une voie d'approche, totalement nouvelle pour l'IRCA, consisterait à établir des jardins grainiers permettant ainsi, par pollinisation libre, d'obtenir un très grand effectif d'individus sélectionnables et d'élargir la gamme des parents entrant dans la composition de ces jardins grainiers.

De nombreuses inconnues viennent cependant limiter la pratique de cette méthode. Citons par exemple :

- l'importance relative de l'autogamie et l'allogamie chez l'hévéa ;
- la distance de propagation du pollen au sein d'un jardin grainier ;
- la distance de propagation du pollen et donc d'isolement des jardins grainiers ;
- la possibilité d'obtenir une concordance de floraison ;
- la récolte des fruits ;
- la densité de plantation ;

....

Pour répondre à toutes ces questions, un volet important de l'expérimentation devrait être réservé à cette étude. Pour initier cette démarche, deux expérimentations sur les jardins grainiers ont été mises en place ces dernières années :

- 1 jardin grainier à dispositif classique en lignes contigües de PR 107 et PB 5/51, qui n'a pas abouti à des résultats parceque trop peu isolé du reste de la plantation, ce qui a permis une pollinisation parasite.
- 1 jardin grainier à voisinage optimisé, dans lequel un clone testeur (PB 5/51) était entouré de 3 anneaux successifs de clones marqueurs (RRIM 623, AV 2037, NAB 17).

Le choix des clones marqueurs s'est avéré peu satisfaisant : ils sont tous hétérozygotes pour les familles enzymatiques utilisées par le laboratoire d'électrophorèse, avec des allèles en commun avec le clone testeur. L'interprétation s'est avérée impossible.

° Objectifs et expérimentation

Nous sommes maintenant amenés à définir 2 objectifs distincts :

• Les isolement bi-clonaux (IBC)

Ce type de jardin grainier doit être simple et peu coûteux. Il limite au maximum les inconvénients et les inconnues propres à la pollinisation libre puisqu'il n'est composé que de 2 clones et sera réservé à l'obtention de croisements performants (type croisements d'exploitation), très difficiles à réaliser en pollinisation libre (exemple de la famille PB 217 x RRIM 703).

On se limitera à un nombre réduit de 2 à 5 de ces IBC. L'un d'eux pourrait être constitué de PB 5/51 et PR 107. Les familles illégitimes obtenues pourraient servir à estimer le taux d'autogamie ; la PB 5/51 ippc* PR 107 pourrait servir de témoin de CES après que l'on ait pu contrôler sa situation par rapport à PB 5/51 x PR 107 légitime.

• Les jardins de pollinisation libre (JPL),

comportant un grand nombre de pollinisateurs, pouvant servir de base à un programme de sélection récurrente.

Dans ce type de JPL, le point le plus important concerne l'intervention d'un nombre suffisant de pollinisateurs différents pour un génotype donné.

ippc = illégitime à père présumé connu.

Le nombre de cycles successifs ne pouvant être que faible, on ne craint pas une érosion génétique très grave. On pourrait alors partir d'un nombre d'origines réduit à 80 génotypes. Chaque origine fera l'objet, après fructification, d'un test de descendance "demi-frères" en CES pour aboutir à la sélection d'un nombre réduit de génotypes (une vingtaine), ayant la meilleure AGC en croisements intra-groupes. Une élimination physique des génotypes contre-sélectionnés permettra une interpollinisation des origines choisies, fournissant une descendance dans laquelle on sélectionnera, en CES, les géniteurs servant à établir le cycle suivant : ces JPL n'ont pas comme objectif immédiat la sortie clonale, mais visent à faire évoluer des groupes génétiques.

Dans les années à venir, 3 JPL sont à mettre en place (financement STD 2) :

- 2 JPL "germplasm" constitués pour chacun d'eux de 80 géniteurs tirés d'un des deux groupes génétiques distincts composant AM2.

Ils seront plantés sur un terrain de 1 hectare chacun, de préférence à l'intérieur d'une grande plantation de palmier pour en assurer le meilleur isolement.

Le choix des géniteurs devra se faire en priorité sur leur aptitude à une floraison synchrone qui pourra être observée dans le champ d'évaluation agronomique.

Les arbres seront plantés en quinconce ($4,8 \times 4,2 = 500$ a/ha), à raison de 5 à 6 arbres/génotype.

- 1 JPL "méthodologie" qui sera forcément relativement modeste dans ses ambitions expérimentales. Compte tenu de l'évolution d'un JPL qui ne peut se faire que par élimination de génotypes aboutissant à une diminution de la densité ; il convient que cette élimination corresponde expérimentalement à un nouveau dispositif ; on peut retenir comme idée de départ un clone récepteur entouré d'anneaux successifs de clones donneurs différents les uns des autres et une élimination successive des anneaux internes.

4.2.2. Etude des paramètres génétiques

° Objectif

Préciser la politique de croisements par l'appréhension chez des clones de quelques paramètres génétiques et par l'étude de la variabilité intra et inter-familles.

° Historique

2 expériences de ce type ont déjà été effectuées : il s'agit de :

- exp. 111 : dans 8 familles de type W x W de légitimes ayant toutes le même parent femelle (PB 5/51), 10 clones ont été créés par greffage à partir des hybrides obtenus lors de la campagne de pollinisation 1975.

Outre les hybrides, l'expérience comprend les clones ayant été utilisés comme géniteurs.

Les limites à l'interprétation résident dans ces faits que :

- . le nombre de familles étudié est trop restreint, ce qui empêche la généralisation des résultats à l'ensemble du groupe W.
- . Un seul parent femelle commun a été utilisé : on ne peut pas dissocier la variance de dominance de la variance d'additivité chez les parents mâles.

- exp. BM OA 32 :

2 parents ont été retenus : PB 5/51 et PB 235.

A chaque parent femelle, 8 parents amazoniens et 2 parents W ont donc donné 10 familles.

Chaque famille est représentée par 5 clones.

Cette expérience a été mise en place pour palier les limites de OA 14 et pour aborder l'étude chez les nouvelles introductions. Là encore, des limites à l'interprétation apparaissent :

- . l'apparentement entre PB 5/51 et PB 235 fait qu'on a affaire à des familles de demi-frères ;
- . le nombre de familles W x W réduit à 4 (contre 16 W x A) ne permet pas de comparer objectivement les deux groupes ;

- . 5 clones (au lieu de 10 dans OA 14)
par famille ne permet pas d'apprécier
correctement la variance intra-famille.

La difficulté de ce genre d'expérience réside dans le nombre important de familles à mettre en place et les effectifs importants par famille, ce qui nécessite de cumuler du matériel végétal légitime obtenu sur plusieurs campagnes de pollinisations.

D'ores et déjà, cette expérimentation est envisagée pour appréhender d'autres groupes génétiques ; les plans de croisement des années à venir tiendront compte de cet objectif.

Nouvelle expérience sur les paramètres génétiques

- ° Objectif

Etudier dans un dispositif satisfaisant de type diallèle le groupe des W en approchant, outre les caractéristiques agronomiques classiques, de nouveaux paramètres (physiologiques, par exemple).

- ° Matériel végétal

- 32 familles issues de 8 parents mâles et 4 femelles différentes,
- 20 génotypes par famille.

- ° Dispositif expérimental

à préciser avec des biométriciens.

- ° Conduite de la parcelle

à préciser ; pourrait se rapprocher de la conduite d'un CCPE classique.

La contrainte majeure de ce type d'essai réside dans l'obligation absolue d'avoir des effectifs égaux par famille. Aucun manquant n'est acceptable.

- ° Contrôle

idem au CCPE ; une réflexion reste à faire sur l'évolution de la résiduelle pour savoir s'il convient, compte tenu des inter-actions possibles, de limiter ou non l'expérimentation à la période immature.

° Interprétation

Comme pour les CCPE, une première série d'analyses sera faite pour préciser le domaine de validité des différents paramètres.

Ces analyses contribueront à la mise au point des critères de sélection précoce, et ce d'autant plus qu'elles auront été faites sur des clones exprimant une plus grande variabilité qu'en CCPE.

4.2.3. Fichier géniteur

° Objectif

Cumuler toutes les données disponibles concernant l'utilisation d'un clone (ou d'un génotype) dans les campagnes de pollinisations précédentes pour en tirer des informations sur :

- . les partenaires qui lui ont été adressés ;
- . la réussite à la pollinisation ;
- . les effectifs des différentes familles créées ;
- . ses capacités à transmettre des caractéristiques intéressantes dans sa descendance par :
- le nombre de génotypes sélectionnés par famille :
 - . en CES
 - . en CCPE
 - . en CCGE
- les valeurs familiales de certains paramètres en CES (croissance, production avant et après stimulation) ;
- ultérieurement, les valeurs en combinaison (AGC, ASC) pour certains paramètres lorsqu'elles seront disponibles.

Etablissement du fichier

Il se fera sur la base du fichier POLL-WKS (Cf. annexe No.) qui demande à être complété et modifié de la façon suivante :

Colonnes

1	campagne de pollinisation
2	clone femelle
3	clone mâle
4	type de croisement (A x W, A x A ...)
5	nombre de pollinisations effectuées
6	nombre de seedlings obtenus
7	valeur de la famille pour la croissance en CES
8	valeur de la famille pour la production avant stimulation en CES
9	valeur de la famille pour la production après stimulation en CES
10	Nbre de génotypes sélectionnés à la fin du CES
11	Nbre de gén. sélect. à la fin du CCPE
12	" " " " " " " " CCGE

* Les colonnes donnant le % de nouaisons et le nombre de nouaisons seront supprimées.

* Ultérieurement, ce fichier sera élargi par l'introduction des valeurs en combinaison (AGC - ASC) pour certains paramètres calculés.

Ce fichier est informatisé (programme LOTUS ou D base III). Il présentera une grande souplesse d'utilisation et devra permettre de sortir des renseignements synthétiques sur l'ensemble des géniteurs déjà utilisés.

Il pourra être complété par :

* un fichier généalogie (Cf. une partie du programme GESTCO) ;

* des tableaux de croisements à double entrée (type diallèle).

Le fichier sera géré par M. H. LEGNATE qui collectera les données auprès des autres chercheurs responsables des expérimentations en jeu.

4.2.4. Sensibilité - Résistance aux maladies

4.2.4.1. Maladie de racines : le Fomès

Jusqu'à présent, seul le niveau famille illégitime a été exploré en ce qui concerne la sensibilité au Fomès. Les résultats se sont montrés décevants, irréguliers et impossibles à exploiter à l'échelle de la plantation, du fait des dispositifs expérimentaux mal adaptés. Seule la multiplication clonale du système racinaire pourrait rendre utilisable une éventuelle résistance génétique.

Le thème revient donc d'actualité avec les progrès réalisés en culture in vitro.

Une expérimentation en cours a pour objet de rechercher des individus résistants, de les isoler, de les observer et de les multiplier végétativement (par microbouturage).

Il s'agira par la suite de vérifier qu'il s'agit bien de résistance stable au parasite et d'en déterminer la nature. Les individus résistants pourront être évalués pour leurs caractéristiques agronomiques et/ou leur valeur comme porte-greffe clonal. Ceci pourrait également permettre de redéfinir une méthodologie actuellement lourde et dont les facteurs sont relativement mal contrôlés (méthode d'inoculation, échantillonnage, quantification de l'intensité de l'attaque ...).

D'autre part, un screening des clones actuellement reconnus pour leur valeur agronomique pourrait être entrepris dans la recherche de facteurs de résistance partielle, susceptible de limiter la vitesse de propagation de l'épidémie.

Si les expériences précédentes n'aboutissaient pas, on pourrait avoir recours à la variabilité totale (ou partielle) du germplasm.

Les étapes chronologiques d'une méthode analytique pourraient être les suivantes (il ne s'agit là que d'une réflexion préliminaire) :

1. Etude de la variabilité génétique du parasite et sa biologie.
2. Etude des relations hôte/parasite pour comprendre le ou les mécanismes de résistance mis en jeu. La multiplication clonale offrira de nouvelles possibilités expérimentales permettant une nouvelle approche du problème.

3. Mise au point d'un ou plusieurs tests pouvant servir de critère de sélection.
4. Etudier le déterminisme génétique des facteurs de résistance avec comme but la recherche de géniteurs, soit pour en élever le niveau dans un individu, soit pour l'introduire dans une descendance.

4.2.4.2. Maladies de panneau : le Phytophthora

Une méthodologie de test de la sensibilité d'un panneau au Phytophthora a été mise au point en Côte d'Ivoire. Elle consiste à faire une inoculation artificielle sur l'écorce grattée et trouée. L'inoculum est placé dans le trou et mis à incuber pendant 5 semaines. On mesure alors la longueur de la tache nécrosée sur le bois pour déterminer la résistance ou la sensibilité clonale vis-à-vis du Phytophthora.

Ce test pourra être appliqué sur les arbres des CCPE, après la 2ème vague de sélection pour le CCGE. On peut cependant estimer que la pression de la maladie est suffisante en Côte d'Ivoire pour qu'on puisse se rendre compte de la sensibilité du panneau si on s'abstient de traiter pendant la saignée.

4.2.4.3. Maladies de feuilles

(a) Colletotrichum

Une méthodologie de test de la résistance aux maladies de feuilles dues à Colletotrichum a été mise au point au Cameroun : elle consiste à inoculer artificiellement des rondelles de feuilles détachées, préalablement découpées à l'emporte-pièce de 16 mm, par une gouttelette de suspensions de conidies contenant 10^6 conidies/ml.

Après environ 1 semaine, le nombre de pastilles présentant des lésions donne une mesure de la sensibilité clonale au Colletotrichum.

9 clones ont déjà été testés, du plus résistant : PB 260 au plus sensible : PB 86. Cette méthode demande à être précisée (variabilité du parasite, précision du test...).

Il convient de rappeler que ce problème concerne surtout l'Afrique Centrale (Cameroun - région de la Niété -, Gabon ...). La maladie est présente en Côte d'Ivoire, mais elle n'y provoque pas de dégâts importants ; on pourrait cependant y mettre en application un nouveau critère de sélection dans le cadre du programme Amélioration, en sachant toutefois que la maladie exerce déjà une pression de sélection sur les individus situés en CES.

On peut cependant se demander s'il est légitime de poursuivre cette activité en Côte d'Ivoire, compte tenu des charges déjà lourdes des chercheurs du programme Amélioration et du nombre important de critères mis en oeuvre dans le processus de sélection. Il conviendrait que les pays les plus concernés prennent en charge la sélection sur ce critère. Néanmoins, la composition d'un CES (familles de légittimes) permettrait au Phytopathologiste d'accroître les connaissances des mécanismes de résistances mis en jeu et, éventuellement, leur déterminisme génétique.

(b) Microcyclus.

Devant la gravité de cette maladie et les risques d'introduction en Afrique et en Asie, d'importants travaux ont été réalisés ces quarante dernières années en Amérique du Sud. A l'heure actuelle, seule la lutte génétique est envisageable. Elle n'a pas abouti jusqu'à présent à la création de clones présentant à la fois des caractères agronomiques et de résistance satisfaisants. La gravité de l'attaque et la complexité des relations hôte/parasite peuvent expliquer cette situation. Il apparaît maintenant illusoire de vouloir exploiter une résistance totale trop facilement contournable chez une plante pérenne comme l'hévéa.

La recherche de résistance horizontale associée à des caractéristiques agronomiques de haut niveau nécessite une démarche très analytique des mécanismes de défense, de leur transmission héréditaire et de leur utilisation dans le cadre d'une stratégie globale de sélection. Ceci ne peut être envisageable que dans le cadre d'une collaboration étroite entre phytopathologiste, agronome-défense des cultures, généticien et sélectionneur.

La mise en oeuvre d'un tel programme est d'ores et déjà entreprise en Guyane dans le cadre des activités de l'IRCA à KOUROU. D'autres partenaires, en particulier au Brésil, sont à rechercher.

4.2.5. Lutte contre l'encoche sèche

De l'avis de l'ensemble des chercheurs concernés par l'encoche sèche, ce phénomène est l'aboutissement d'un stress provoqué par une ou plusieurs causes qui seraient d'ordre nutritionnel, hydrique, physiologique ou pathogénique. A l'heure actuelle, aucune discipline n'est en mesure de résoudre ce problème ; on ne peut qu'aboutir à un compromis entre réduction du phénomène et rentabilité des plantations.

Il apparaît clairement que ce phénomène est marqué par une grande diversité de comportement clonal. Certains clones sont dits "résistants", d'autres "sensibles", sans que l'on puisse d'ailleurs en déterminer les facteurs avec certitude. La voie de la sélection offre donc une possibilité dans la mesure où ce caractère sensibilité est considéré comme un critère agronomique de sélection important.

Le sélectionneur peut intervenir à plusieurs niveaux :

- Champ de comportements : appréciation de l'aggravation du phénomène en relation avec les facteurs climatiques et de sols par le dénombrement des arbres malades.

- CCGE et surfaces monoclonales : estimation de l'amplitude du phénomène par observation directe sur les arbres et élimination des clones trop sensibles.
- CCPE et CCGE : Etudes physiologiques fines par diagnostic physiologique, en relation avec les observations sur la production, pour déceler les clones dits "fragiles" et introduire ce critère dans l'appréciation globale des clones en comparaison.
- CES : tentative de mise au point d'un diagnostic physiologique destiné à repérer les individus présumés fragiles.

Cependant, il ne s'agit là que d'une intervention du sélectionneur.

Un programme d'Amélioration génétique dans son ensemble fait intervenir différents niveaux : choix des géniteurs, recombinaison par croisement, sélection.

Actuellement, seul le troisième niveau est considéré. Il conviendrait que les physiologistes précisent les relations entre les paramètres physiologistes et la sensibilité au phénomène pour que l'on puisse rechercher chez des parents potentiels des caractéristiques intéressantes et en étudier la transmission héréditaire. On pourra cependant initier quelques études préliminaires comme la mesure des paramètres physiologiques dans les essais génétiques et éventuellement dans les CCTPE destinés aux nouvelles origines génétiques.

Là encore, un nouveau programme "lutte contre l'encoche sèche par la voie génétique" ne pourra se faire que si cette activité nouvelle est clairement définie ainsi que les moyens à mettre en oeuvre.

4.2.6. La culture in vitro

Les avantages attendus sont les suivants :

- suppression de la relation porte-greffe/greffeon qu'on suppose défavorable à la production (baisse de production à l'approche de l'union, de même que sur les troncs greffés de couronne) ;
- réduction de l'hétérogénéité (croissance et production) due à la variabilité génétique du porte-greffe.
- possibilité de sélectionner un arbre entier et donc d'inclure le système racinaire dans le processus de sélection ;
- modification profonde des méthodes de fabrication des plants et de plantation, avec espoir d'un allègement ;
- nouvelles possibilités d'action de la nutrition minérale sur la production ;
- vigueur améliorée par l'état de juvénilité.

Dans le cadre du projet de mise au point d'une méthode de microbouturage industriel, la Côte-d'Ivoire a été retenue comme pays d'accueil prioritaire des vitroplants pour la mise au point du processus d'endurcissement, passage en champ d'une part et testage de la valeur des microboutures en champ d'autre part. Ce volet d'activité relève du programme de phyto-technie.

La mise au point des techniques de vitroculture se poursuit à MONTPELLIER.

L'interdépendance entre microbouturage et sélection doit être soulignée : ainsi, les clones élites actuels, sélectionnés sous forme de greffés seront peut-être défavorisés par le microbouturage ; inversement, le microbouturage exprimera au mieux ses avantages chez les clones qui auront été sélectionnés au travers de cette technique.

Il apparaît aussi assez clairement que la plus grande inconnue sur ces microboutures se situe au niveau du développement racinaire et qu'il convient le plus rapidement possible de lancer cette étude difficile, avec les moyens et les compétences nécessaires.

La préparation de l'introduction du microbouturage dans le programme Amélioration de l'Hevea peut se faire suivant 2 étapes :

1. Etude de l'inter-action entre génotypes et mode de multiplication (comparaison de greffés et microboutures en CCPE).
2. Etude des relations entre les mesures faites en CES et CCPE.

La première étape est déjà abordée par la phyto-technie ; l'Amélioration intervient à ce niveau en 1991 par la réalisation d'un CCPE dont 2 sous-expériences seront la répétition de 14 génotypes en greffés d'une part et un microbouturage d'autre part. Ces génotypes seront ceux les mieux classés en CES.

L'année suivante, cette opération sera renouvelée en tirant au hasard les génotypes parmi la population en CES composée des 80 individus sélectionnés.

Cette expérimentation sera renouvelée les années suivantes jusqu'à ce que l'application des critères de sélection précoce en CCPE permettent d'apprécier l'inter-action génotype/mode de multiplication.

Si cette inter-action est importante, il conviendra de réaliser une expérimentation plus lourde (2ème étape) qui consistera à évaluer les relations CES/CCPEm.

Si cette inter-action est faible, l'ensemble des CCPE sera réalisé sous forme de microbouture.

Il est important de souligner que l'outil "culture in vitro" comporte de nombreuses applications de recherche en Amélioration et que cette technique sera d'autant mieux valorisée qu'un laboratoire, destiné à l'expérimentation fonctionnera sur place, en relation étroite avec les sélectionneurs. Ce laboratoire devra être capable de multiplier de façon sûre un grand nombre de génotypes différents pour alimenter des essais génétiques et des essais agronomiques.

4.3. Champs de comportements

L'étude du comportement de l' Hevea dans différentes régions de la Côte d'Ivoire n'est pas sous la responsabilité directe de l'Amélioration qui n'intervient qu'à titre de conseiller. Cependant, cette expérimentation permettra d'approfondir la connaissance des clones à des conditions de milieux diversifiés ; à ce titre, il convient de la faire figurer dans ce document.

° Objectif de l'étude

Dans le cadre du Programme de Développement Hévéicole de la Côte d'Ivoire, le présent projet a pour objectif d'identifier des zones favorables à la culture de l'Hevea, en étudiant le comportement des arbres in situ ; ces zones pourraient dans quelques années prendre le relais des aires de développement.

° Modalités

Dans le cadre d'une action commune IRCA-SAPH, 15 champs de comportement ont été plantés en 15 sites différents, choisis de manière à permettre l'établissement des limites agro-climatiques à l'intérieur desquelles l'hévéa peut être rentablement cultivé. Les paramètres agro-climatologiques considérés pour la sélection de ces sites concernent :

- les caractéristiques du climat, essentiellement la pluviométrie annuelle, sa répartition dans l'année, et la durée de la grande saison sèche ;
- les caractéristiques pédologiques, essentiellement les propriétés physiques des sols.
- Le relief, qui n'est un facteur réellement limitant que pour les plantations industrielles, n'est pas retenu comme critère de choix dans un premier temps.

Le programme comporte 3 phases :

1. une phase de préparation ;
2. une phase de mise en place ;
3. une phase de relevés, mesures et interprétations.

Année	Phase	Opérations
N-1	1	Recherche des terrains, préparation du matériel végétal.
N-0	2	Etablissement des champs
N-0	3	Entretien des champs, mesures, relevés, interprétations.

° Matériel végétal

Le choix du matériel végétal est fait de façon à obtenir une large variabilité par rapport aux critères suivants :

- croissance,
- sensibilité aux maladies,
- sensibilité à la casse due au vent,
- importance du feuillage,
- époque de défoliation,
- caractéristiques de production.

Les clones retenus sont le GT 1, PR 107, PB 217, PB 235, IR 22, AVROS 2037 et RRIM 600 (le clone IR 22 est parfois remplacé par RRIM 703).

° Dispositif expérimental

Dispositif en blocs de Fisher : 7 clones
4 blocs ; parcelle élémentaire de 70 arbres.

° Densité

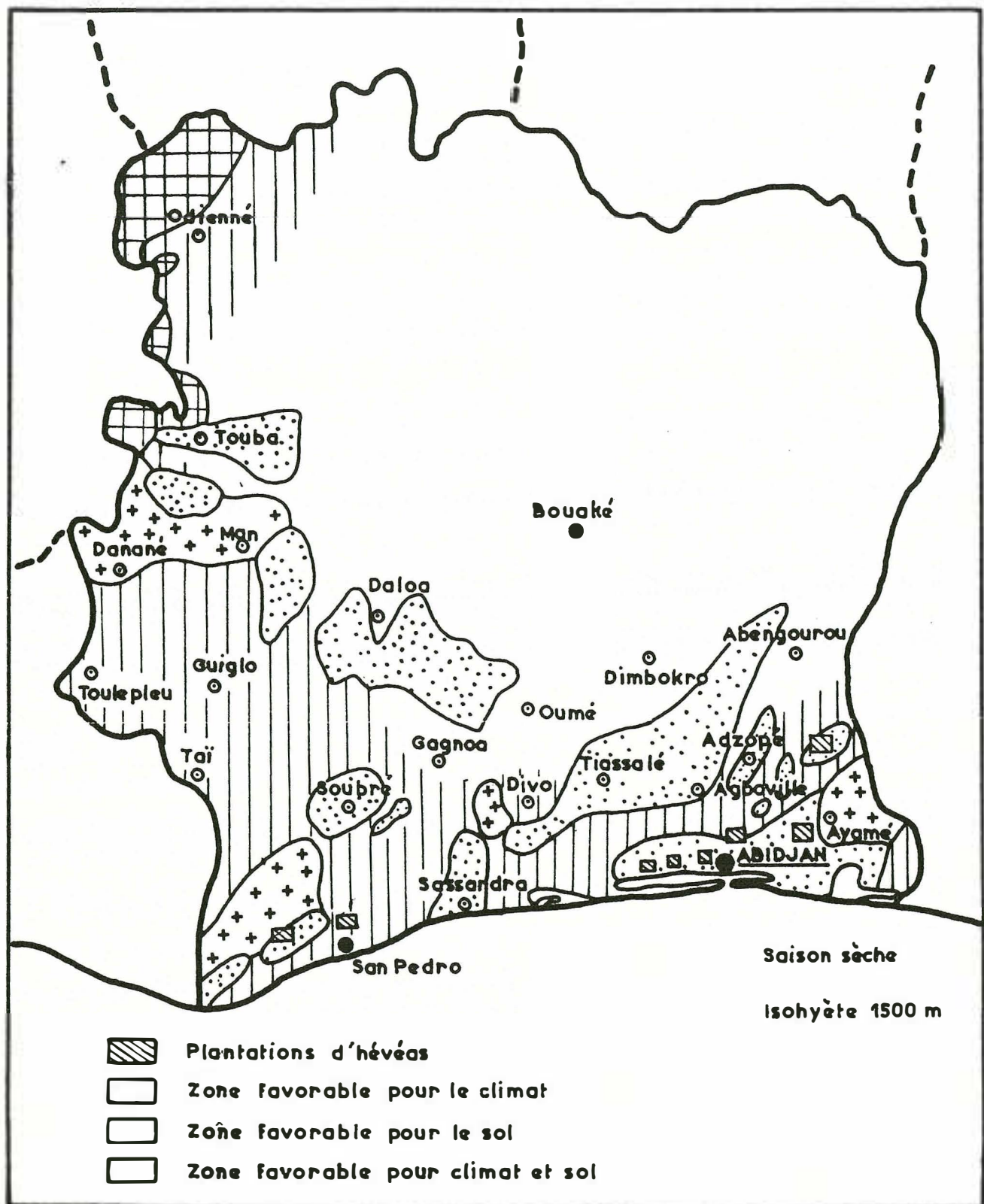
7 m x 2,80 soit 510 arbres/ha.

° Contrôles

- Relevé des plants en place à 3 mois, à 6 mois
- Relevé de croissance : 1 fois par an
- Relevé de maladies : 1 fois par an pendant 2 ans
- Relevé de casse au vent : 1 fois par an à partir de 3 ans
- Relevé de défoliation.

Contrôles de production à n'effectuer que pour les sites sur lesquels les autres caractéristiques seront satisfaisantes. Les modalités du système d'exploitation et des contrôles de production seront définis en temps opportun.

ZONES AGRO CLIMATIQUES FAVORABLES A L'HEVEACULTURE EN COTE D'IVOIRE



	Propriétés physiques bonnes
	" " moyennes à médiocres (gravillons)
	" " " " (relief accidenté)
	" " mauvaises (sols indurés peu profonds)

LOCALISATION DES CHAMPS DE COMPORTEMENT

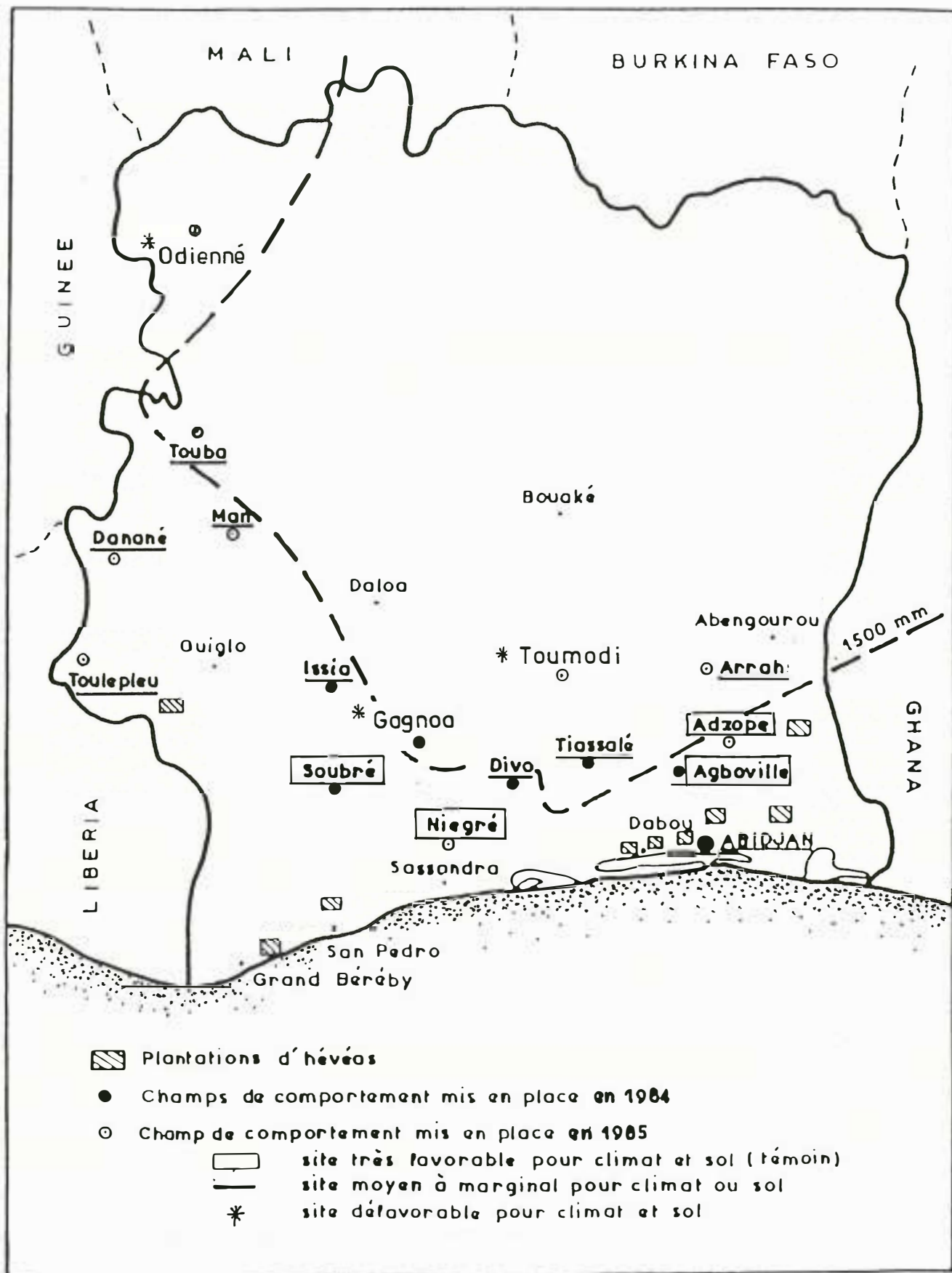


Tableau n° . Caractéristiques dans le Sud-Est des clones
retenus pour les champs de comportement.

Clones	Croissance	Résistance aux maladies de feuilles	Résistance au vent	Feuillage	Défoliation	Caractéristique de l'écoulement	Remarques
GT 1	Moyenne	Résistant	Résistant	Moyen	Très tardive	Moyen	Clone standard en C.I.
PR 107	Lente	Sensible	Résistant	Moyen	Tardive	Moyen à lent	Croissance lente mais bon producteur à l'âge adulte
PB 217	Moyenne	Résistant	Résistant	Important	Moyenne	Moyen	Planté en zones marginales en Extrême-Orient
PB 235	Très rapide	Résistant	Résistant	Très important	Moyenne	Rapide	Clone prometteur en C.I.
IR 22	Rapide	Résistant	Très sensible	Moyen	Précoce	Moyen	Bonne production à l'arbre mais très sensible à la casse
RRIM 600	Moyenne	Résistant	Sensible	Faible	Moyenne	Moyen	Très bonne production à l'arbre sensible à la casse et hétérogène.
AVROS 2037	Rapide	Résistant	Tendance à la courbure	Important	Très précoce	Assez lent	Très bonne réponse à la stimulation.

4.4. Apport des marqueurs moléculaires.

Depuis quelques années, de nombreux résultats ont montré l'intérêt de disposer de marqueurs moléculaires dans les programmes d'amélioration d'espèces végétales. L'hévéa ne fait pas exception, d'autant plus que l'aspect pérenne de cette plante rend problématique la mise en évidence et l'utilisation des marqueurs génétiques morphogéniques traditionnels.

4.4.1. Utilisation des isozymes.

Les isozymes ont été les premiers marqueurs moléculaires étudiés. Ils permettent :

(a) d'identifier les clones cultivés.

Les 67 clones étudiés ont pu être tous caractérisés par un génotype particulier. Des erreurs ont ainsi été détectées dans la gestion des greffages en cascade pour le rajeunissement du clone PB 235 réalisé en serre à Montpellier, mais aussi dans l'envoi de stumps greffés du clone RRIM 600 par les stations outre-mer. (Par exemple, des vérifications concernant le clone RO 38 sont actuellement en cours ; les plantations MICHELIN ont demandé de vérifier les origines de plusieurs clones).

(b) de contrôler les fécondations artificielles.

Jusqu'à près de 30 % de pollen parasite ont été découverts dans certains croisements contrôlés. Le pollen a pu être identifié dans un cas, comme provenant d'un clone interspécifique RO 38.

(c) de connaître le mode de reproduction en pollinisation libre,

si tant est que le jardin grainier est correctement isolé et les clones parentaux judicieusement choisis. L'étude du jardin de pollinisation libre PB 5/51 x PR 107 a montré ainsi une contamination pollinique et, par conséquent, un manque d'isolement qui empêchait toute évaluation du taux d'auto-fécondation.

(d) d'estimer la structure génétique des populations naturelles et des diverses collections d'Hevea.

A ce jour, quatre groupes ont été définis sur les analyses factorielles des correspondances effectuées à partir des isozymes.

- (e) d'identifier les différentes espèces d'Hevea.

Quelques allèles sont apparus caractéristiques de certaines espèces, malgré un fond génétique commun très important.

4.4.2. Intérêt des RFLP

L'analyse du polymorphisme de la longueur des fragments de restriction de l' A.D.N. (RFLP) consiste à découper l' ADN par des enzymes de restriction. Après séparation par électrophorèse et coloration au bromure d'éthidium, un certain nombre de fragments vont être visualisés, de 20 à 40 pour l' ADN chloroplastique, une centaine pour l' ADN mitochondrial et un voile continu pour l' ADN nucléaire. Dans ce dernier cas, il est nécessaire d'utiliser des sondes marquées afin de révéler les parties correspondantes de l' ADN, aussi bien des séquences codantes que non codantes. En théorie, un marquage continu du génome est possible ne dépendant que du nombre de sondes utilisées.

C'est cette caractéristique -nombre illimité de marqueurs de différente nature- qui confère aux RFLP leur principal intérêt. Il en résulte les mêmes utilisations que pour les isozymes (identification variétale, études de taxonomie, structure des populations ...), avec en outre la possibilité d'aborder les problèmes d'hérédité maternelle ou de localisation des gènes majeurs des caractères quantitatifs.

Il semble, en effet, de plus en plus probable, grâce à l'établissement de cartes génétiques saturées, de pouvoir localiser les gènes impliqués dans les caractères d'intérêt agronomique (résultats obtenus sur la tomate).

Toutefois, cette technique est récente et pose encore de nombreux problèmes d'interprétation tant statistique que génétique.

4.4.3. Intérêt de l'électrophorèse bidimensionnelle.

L'électrophorèse bidimensionnelle permet de séparer les protéines dénaturées selon deux critères, leur point isoélectrique et leur poids moléculaire. Des centaines de "spots" sont alors mis en évidence simultanément. L'interprétation des électrophorégrammes prend en compte la position et l'intensité des spots, marqueurs à la fois des gènes de structure et de leurs systèmes de régulation.

La double nature du marquage génétique est particulièrement intéressante pour toutes les études concernant le développement, la senescence, l'effet de produits exogènes ou de stress abiotiques sur l'expression des gènes et plus généralement toutes recherches sur les marqueurs moléculaires de la variation phénotypique.

Des résultats ont déjà été obtenus dans ce sens

(a) Marqueurs de rejuvénilisation

Alors que les activités de la majorité des polypeptides traduits révélés par électrophorèse bidimensionnelle restent inchangées pendant la croissance des cotylédons de soja, certaines augmentent et d'autres diminuent. Après rejuvénilisation, quelques-unes retrouvent leur taux initial.

(b) Marqueurs de variation morphologique

Une bonne corrélation apparaît entre les distances calculées sur les variations quantitatives et non qualitatives des spots obtenus et les caractères morphologiques de cinq lignées de maïs. Il semble donc que la variabilité des facteurs contrôlant l'activité des protéines est un fait important dans la variation morphologique.

Aucune difficulté particulière n'apparaît quant à la technique en elle-même (des électrophorégrammes bidimensionnels ont déjà été obtenus à partir de sérum lyophilisé). Il faut, cependant, souligner le coût de son exploitation, si l'on veut s'aider des outils informatiques déjà mis au point.

4.4.4. Conclusion

Les techniques d'électrophorèse d'isozymes sont actuellement "en routine" dans le laboratoire AGETROP de Montpellier, et sont opérationnelles du moment que l'on dispose de matériel végétal adéquat (graines mises à germer ou stumps greffés mis à débourrer en serre). Les isozymes se sont révélés et resteront particulièrement efficaces dans le programme d'amélioration et l'Hevea, de par leur caractère neutre vis-à-vis de l'environnement, de leur facilité d'interprétation et de leur coût relativement modique, pour toute demande de contrôle (contrôle des légitimes, identification clonale, homogénéité des clones avant et/ou après culture in vitro, intégration de nouveaux génotypes dans un des groupes définis ...).

Mais ils apparaissent insuffisants en raison du nombre très restreint de gènes polymorphes mis en évidence (au maximum 40 gènes pour l'espèce la plus connue, le maïs et 15 pour l'Hevea) et de la nature même des gènes détectés (gènes de structure des protéines ou enzymes). Ils sont alors tout à fait inefficaces comme marqueurs des phénomènes de régulation.

Au regard de ces quelques remarques, il ne semble pas judicieux d'opposer les techniques entre elles, mais de choisir l'une ou l'autre en fonction des questions posées et/ou des réponses espérées.

--

5. CONCLUSIONS SUR L'EXPERIMENTATION

Avant de tirer des conclusions sur le programme en cours, il nous semble bon d'illustrer par un exemple les contraintes de temps et d'espace qui s'imposent à l'expérimentateur.

Choisissons pour cela l'expérience No. 111, intitulée : "Connaissance des paramètres génétiques" qui a pour objet d'étudier la descendance constituée par huit familles présentant un parent femelle commun, afin d'en tirer, par une méthode d'analyse hiérarchique, des conclusions sur l'importance relative des variations intra et inter-familles et d'orienter alors la stratégie des croisements.

Pour cette seule expérience, 6,25 hectares ont dû être dégagés, afin de mettre en place environ 3000 emplacements greffables :

Il fallu attendre 2 ans pour que les hybrides de la campagne de pollinisation prise en considération puissent être retenus et greffés. Les observations portant sur la croissance et le développement ont été effectuées durant 4 ans, et devraient être suivies encore quelques années. Les premières mesures de production précoce ne peuvent être faites que sur des arbres âgés de 3 à 4 ans, et devraient être réitérées pendant plusieurs années sur des arbres âgés de 5 à 6 ans.

Débutée en 1975, cette expérience n'arrive à terme que vers 1985 et aura nécessité l'occupation et le suivi d'un quart de bloc industriel. Ceci pour faire apparaître que l'expérimentateur doit jongler avec des impératifs matériels et temporels souvent assez éloignés de l'intérêt que peut représenter tel ou tel type d'expérience. Une fois cette précision formulée et le descriptif de l'expérimentation menée à l'IRCA effectué, nous pouvons établir un bilan et préconiser certaines inflexions concernant ce programme sur certains points :

5.1. Etude et vulgarisation du matériel végétal -----

L'essentiel du programme Amélioration à longtermes consisté dans ce seul type d'expérimentation avec de nombreux champs comparatifs de clones à grande échelle mis en place, non seulement à l'IRCA, mais aussi dans des plantations industrielles (SAPH, SOGB) qui réservent pour ce type d'expérimentation un accueil favorable.

Les champs comparatifs de clones à grande échelle remplissent bien leur objectif qui est de juger quels sont les clones qui peuvent être plantés à grande échelle, mais ils permettent mal d'apprécier la meilleure façon d'exploiter ou de planter ce matériel.

La connaissance acquise par l' IRCA sur les caractéristiques des clones peut être utilisée pour la recherche de nouvelles zones écologiques favorables à l'hévéaculture (Cf. Champs de comportement).

L'ouverture de nouvelles surfaces dans le Sud-Ouest devrait permettre de mettre en place des expériences plus axées sur le développement en plantation industrielle comme en plantation villageoise qui intégreraient les résultats obtenus en champs comparatifs de clones à grande échelle et ceux obtenus en exploitation et phytotechnie.

Maintenant que les PMPH (Petites et Moyennes Plantations d'Hévéa) connaissent un développement important, il conviendrait de confier quelques nouveaux clones à certains petits planteurs sélectionnés pour, d'une part diffuser auprès de ces nouveaux utilisateurs un matériel végétal qui leur est inconnu, d'autre part pour connaître les problèmes que posent ces nouveaux clones chez ces planteurs.

Ces considérations sur les nouvelles surfaces Sud-Ouest et les PV et PMPH seront abordées dans le chapitre suivant concernant l'évolution de l'expérimentation.

5.2. Production d'hybrides

Les campagnes de pollinisations annuelles fournissent avec régularité du matériel végétal au sélectionneur. L'équipe de pollinisateurs constituée en Côte d'Ivoire travaille avec précision et efficacité.

Il convient cependant de souligner que le taux de réussite à la pollinisation reste faible (toujours inférieur à 10 %), ce qui est également la règle chez les autres instituts poursuivant le même type d'activité.

Des essais sur l'amélioration du taux de réussite ont porté sur l'optimisation de la pratique de la pollinisation et l'utilisation de substances de croissance. Ils n'ont pas été couronnés de succès et ne seront repris que si de nouvelles propositions apparaissaient comme prometteuses.

Pour palier à cet inconvénient, il est décidé de le contourner en privilégiant dans les plans de croisements les clones femelles dits "matrices" qui ont montré une bonne aptitude à la pollinisation (Cf. chapitre "Pollinisations artificielles").

Par la pratique de la floraison précoce, il est possible d'obtenir des fleurs sur des plants âgés de moins de deux ans. Certains clones s'avèrent cependant rétifs à ce déclenchement par décortication annulaire. Ce problème revêt cependant une moindre importance dans la mesure où les nouveaux génotypes sont maintenant, pour certains, en mesure de donner des fleurs spontanément sur arbres adultes. Pour les populations trop jeunes (G 2, par exemple), leurs effectifs importants font que la réticence à donner des fleurs précocement, montrée par certains génotypes, n'entrave pas vraiment les programmes de croisements envisagés.

La période de floraison des différents clones présente des désynchronisations importantes (surtout pour la floraison précoce) ; la conservation du pollen, ou la défoliation provoquée à l'éthrel, devraient permettre au sélectionneur de disposer d'une plus grande souplesse dans sa politique de croisements.

La pollinisation artificielle demeure une technique assez lourde et le nombre de familles créées est de ce fait limité à une cinquantaine par campagne, ce qui se situe assez loin des 2300 génotypes amazoniens qui pourraient être utilisés comme géniteurs.

La pollinisation libre pourrait représenter une nouvelle solution pour obtenir un très grand nombre de descendants. Ceux-ci seraient évidemment des illégitimes et, de ce fait, peu propices à des études de transmission héréditaire. Il convient cependant de définir au préalable ce que doit être un jardin grainier (composition, dispositif ...).

5.3. Accroissement des connaissances génétiques

Pour le choix des parents, les campagnes de pollinisation successives ont permis de faire apparaître 3 clones particulièrement aptes à servir de parents femelles : PB 5/51, PB 235, PB 260 ; le GT 1 peut également être retenu, bien que plus difficile à utiliser.

Rappelons que pour définir un clone femelle, celui-ci doit être planté à grande échelle, en bordure de piste, présenter un bon taux de nouaisons, être bien connu pour ses qualités agronomiques et ne pas présenter de caractères rédhibitoires transmissibles.

Ce nombre de 3 apparaît cependant comme insuffisant et il serait bon à l'avenir d'en augmenter l'effectif.

Au contraire, les partenaires mâles sont très nombreux puisque tous les clones en collection peuvent être utilisés. Jusqu'en 1980, la connaissance des caractères agronomiques a dicté leur choix. A partir de 1981, la notion d'éloignement génétique a pu être introduite par l'utilisation de clones issus de prospections. Actuellement, cette notion n'est retenue que sur la distinction de groupe entre W et Am.

Les études en électrophorèse et en biométrie doivent renforcer cette notion de distance génétique et permettre au sélectionneur de faire un choix rationnel parmi ses aprents mâles. Les grands groupes génétiques ont été déterminés (4 groupes ressortent clairement des analyses : Wickham, Schultes, Acre + une grande part de Rondonia, Mato Grosso + une petite partie du Rondonia).

En ce qui concerne la stratégie de croisements, les campagnes de pollinisations sont maintenant suffisamment nombreuses pour qu'il soit possible d'en dégager certaines données sur la variabilité intra et inter-familles, sur les effectifs représentatifs d'une famille, sur les caractéristiques conférées par certains parents, etc ... Les chiffres sont disponibles et ne demandent qu'à être interprétés, bien que leur analyse nécessite de s'entourer de beaucoup de précautions d'ordre statistique et mathématique.

5.4. Les critères de sélection

Le schéma de sélection (CES, CCPE, CCGE) ne doit pas être modifié dans son ensemble. Cependant, les critères de sélection précoce vont encore demander une certaine mise au point ; la validation de ces critères précoces avec les caractéristiques des clones adultes devra encore demander quelques années d'observations pour en tirer une conclusion définitive.

Avec l'introduction des nouvelles origines, il faut s'attendre à voir apparaître des effets familles plus prononcés. Lorsque les connaissances acquises sur cet aspect seront suffisantes, le schéma de sélection en CES pourra être scindé en deux étapes : une première sélection au niveau des familles, une deuxième sélection au niveau des individus dans les meilleures familles. La pression de sélection à appliquer à ces deux stades doit être définie. Le nouveau dispositif en champ adopté en CES doit permettre d'apporter des éléments nouveaux pour mieux opérer à ce stade.

En relation avec les travaux effectués sur le microbouturage, le programme Amélioration se doit d'apporter toute son attention sur ce sujet par une réflexion poussée sur le bouleversement que provoquera cette nouvelle technique au schéma classique. Ceci sera repris ultérieurement dans le chapitre : "Possibilités d'évolution de l'expérimentation".

5.5. POSSIBILITES D' EVOLUTION DE L' EXPERIMENTATION

5.5.1. Les objectifs de performance

5.5.1.1. Situation actuelle

On peut estimer les performances en conditions industrielles des clones en classe I Côte d'Ivoire (GT 1, PB 217, PB 235) comme suit :

	<u>Age à l'ouverture</u>	<u>Production cumulée</u> <u>10 ans après</u> <u>plantage.</u>	<u>Production</u> <u>cumulée</u> <u>après 8 ans</u> <u>d'exploitation</u>
GT 1	5 ans 1/2	7 Tonnes	14 Tonnes
PB 217	"	7 "	16 "
PB 235	4 ans 1/2	10 "	16 "

Comme GT 1, PB 217 présente une bonne résistance à l'encoche sèche et à la casse au vent ; son avantage consiste dans un potentiel de production à long terme très intéressant.

PB 235 présente une vigueur et une montée en production très performantes, mais sa situation se dégrade du fait principalement de sa sensibilité à l'encoche sèche et dans une certaine mesure à la casse due au vent (qui reste à préciser).

5.5.1.2. Objectifs à court terme (1995)

Etoffer et diversifier les classes I et II actuellement trop réduites en effectif, à savoir pouvoir disposer au niveau de performance de PB 217 et PB 235 de 6 clones dans chacune de ces classes ainsi que 2 clones en plus du GT 1 spécifiquement adaptés aux conditions villageoises.

En classes III et IV, clones considérés comme prometteurs et sources des classes supérieures, les performances espérées devraient être une ouverture à 4 ans 1/2 - 5 ans, une entrée en production proche de celle du PB 235 et une longévité identique à celle du PB 217. En d'autres termes, réussir la synthèse des performances des PB 217 et PB 235, en éliminant les caractères secondaires défectueux (encoche sèche, casse au vent), en se rapprochant des performances initiales de PB 235.

5.5.1.3. Les objectifs à plus long terme

° A moyen terme (2005), la mise en oeuvre d'une méthodologie améliorée de sélection en CES, l'utilisation en routine et l'amélioration (éventuellement par l'apport de la biologie moléculaire) du diagnostic physiologique à des fins de sélection ainsi que la sélection de génotypes spécifiquement adaptés à la culture in vitro devraient permettre une sensible amélioration des performances du nouveau matériel végétal actuel en cours de création.

A ce terme, il paraît hasardeux de donner des évaluations chiffrées de la performance de matériel nouveau.

A moyen terme, il convient de prévoir, outre ces divers progrès, de nouvelles difficultés dues à l'apparition de maladies (bactéries, virus, champignons) et/ou le développement de celles qu'on connaît déjà.

Il faut alors être conscient des délais de réponse d'un programme d'amélioration génétique. La voie de la sagesse est le maintien d'une diversité clonale importante même si elle n'est pas entièrement exploitée par les utilisateurs.

° A long terme (2015), la pratique de l'analyse génétique, l'amélioration du choix des géniteurs, l'utilisation efficace du germplasm peuvent être considérées comme d'importants facteurs de progrès et de diversité.

A cette époque, on saura si les espoirs suscités aujourd'hui par les nouvelles biotechnologies trouvent des applications dans le processus d'amélioration génétique de l'Hevea. La production des plants "transformés" pourraient par exemple modifier considérablement le processus de création de matériel nouveau.

5.5.2. L'aboutissement des projets de prospection en Amazonie.

Il ne s'agit pas véritablement d'une nouveauté, mais le bouleversement provoqué dans le programme amélioration mérite qu'on le situe dans les nouvelles perspectives.

Des résultats, tant au niveau de la caractérisation du germplasm par électrophorèse que par la biométrie foliaire ou par l'évaluation agronomique, font apparaître de grandes lignes directrices :

- * Il est maintenant montré qu'il est illusoire d'espérer trouver de nouveaux clones intéressant le développement directement, sans passer par la voie de la recombinaison génétique. L'originalité de l' IRCA est d'avoir résolument entamé le programme d'hybridation de type W x Am. Des résultats préliminaires montrent que cette approche est très riche en nouvelles potentialités. Des publications périodiques devront en faire régulièrement état.
- * Ces prospections ont abouti à un net enrichissement de la variabilité génétique. Toutefois, il convient de garder à l'esprit que la variabilité du groupe W est loin d'être négligeable et que ce matériel ne doit pas être abandonné, mais peut servir d'élément de base à tout travail de sélection. Les croisements de type W x Am seront privilégiés (dans la proportion de 2/3-1/3) ; les croisements W x W seront poursuivis dans la mesure des nouveaux parents disponibles et pour explorer les meilleures familles dans de grands effectifs. Des croisements Am x Am seront également effectués, mais plus dans un sens exploratoire.
- * De grands groupes se distinguent, le plus souvent rattachés à des notions d'éloignement géographique. La connaissance de ces groupes doit être affinée pour permettre au sélectionneur de "tirer juste" parmi une population largement supérieure en effectif par rapport à ce qu'il peut absorber dans un programme d'hybridation.
- * Un regret toutefois : l'espèce brasiliensis est pratiquement la seule représentée. Les bases d'un programme d'hybridation interspécifique ne sont pas suffisantes pour pouvoir être intégrées au programme d'Amélioration de l' Hevea.

6. CONCLUSIONS SUR LES ACTIVITES EN COTE D'IVOIRE

L'équipe Amélioration, en activité en Côte d'Ivoire, est actuellement dans une situation stable qui est la suivante

A. CLEMENT-DEMANGE est le responsable de ce programme dans son ensemble. Il assure le contrôle de l'ensemble des opérations et réalise l'étude agronomique des clones expérimentés à grande échelle, qui aboutit à l'édition des fiches de clones et de la classification de clones pour la Côte d'Ivoire. Il apporte un appui particulier à M. GNAGNE, à l'étude méthodologique de la sélection précoce en CES et suit avec H. LEGNATE les essais portant sur l'évaluation et l'utilisation de nouvelles origines.

M. GNAGNE est responsable de la sélection sur jeunes seedlings en CES et sur les nouveaux clones en CCPE. Sa responsabilité comprend le suivi de tous les essais concernés en champ, de leur mise en place à leur aboutissement. Il mène de front avec ces activités d'agronome, un travail de thèse portant sur la définition des critères de sélection précoce et, à ce titre, des contacts très étroits avec le programme de Physiologie.

H. LEGNATE a intégré en Mai 1987 le programme Amélioration. Il a repris la réalisation des campagnes de pollinisation jusqu'au CES, réalisation du plan de croisement enclue, en association avec ses collaborateurs et est responsable de l'étude de la transmission héréditaire des caractères, ainsi que de la constitution d'un fichier ou dossier géniteurs. Ceci devrait le conduire à la soutenance d'une thèse sur ce sujet. A ce titre, il devra être en contact étroit avec le laboratoire d'électrophorèse de Montpellier et avec l'équipe de M. ROMAN AMATE de l'INRA-Orléans.

L'équipe technique (M. MOBIO, K. BAZONGO, K. DABIRE, A. AMAN, I. KABORE) a acquis une bonne efficacité dans l'exécution des principales tâches du programme. L'adjonction d'un ordinateur renforcerait utilement cette équipe.

Le matériel végétal est géré par une équipe de 17 manœuvres menés par H. DIATO. Le recrutement d'un ingénieur agricole responsable de la gestion de ce problème est en cours.

La revue exhaustive des activités montre l'importance du volume de travail que représente l'expérimentation en Amélioration. Ce n'est pas sans poser de problèmes au niveau de la gestion du temps des chercheurs. Si la majorité des activités de recherche doit être orientée sur le programme comme il est actuellement défini, une part non négligeable doit être réservée à la bibliographie (qui représente d'ailleurs une obligation du travail de thèse), à la formation continue en matière de calcul statistique et de génétique quantitative et à la réflexion sur l'avenir. Ceci peut se faire dans le cadre de petites réunions thématiques qu'il serait bon d'élargir à l'ensemble des programmes concernant l'agronomie.

En effet, le dynamisme de l'Amélioration passe par la pluridisciplinarité. Il est utile de rappeler ici l'apport qui est fait par la Physiologie, l'Exploitation. Des liaisons avec la Technologie et la Phytopathologie ne peuvent qu'être très positives.

Il est enfin souhaité qu'un chercheur agronome généraliste puisse consacrer une grande part de ses activités aux problèmes multiples et variés des PV et PMPH. Il est prévu un programme concernant l'Amélioration dans le 5ème plan hévéicole de la Côte d'Ivoire. Mais, compte tenu de l'ampleur que va sans aucun doute prendre ce nouveau secteur économique, il ne serait pas envisageable que l'équipe Amélioration voit sa tâche augmenter dans cette direction sans qu'un soutien lui soit apporté.
